11. 2 21

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

E. I

L' ELETTROMOTORE PERPETUO

TRATTATO

DELL' ABATE

GIUSEPPE ZAMBONI

UNO DE' QUARANTA
DELLA SOCIETA' ITALIANA DELLE SCIENZE

PROFESSORE DI FISICA ESPERIMENTALE
E MATEMATICA APPLICATA
NELL' I. R. LICEO DI VERONA
E MEMBRO DI VARIE ACCADEMIE

DIVISO IN DUE PARTI

PARTE PRIMA

VERONA
TIPOGRAFIA EREDE MERLO
1820.

Digitized by Google

11.2.21

A' MIEI DISCEPOLI

Notissimo è divenuto oggimai quel ritrovato, cui da principio posi il nome di Pila Elettrica a secco, *e che ora l'esperienza di sette e più anni m'induce a chiamare più propriamente* Elettromotore Perpetuo; *che è quanto dire, una sorgente perenne di elettrico sempre in moto. L'origine di questa macchina, ed i susseguenti suoi usi e miglioramenti ho reso noti da prima in una Dissertazione pubblicata in Verona l'anno* 1812, *ed*

appresso in alcune Lettere allegate nel giornale di Fisica ecc. di Pavia: ma più distesamente in una mia Lettera all' Accademia Reale delle Scienze di Monaco, stampata in Verona l' anno 1816; *e poscia rimessa in luce in vari Giornali. De' quali opuscoli finite essendo le copie, ma non le ricerche, avea l' animo ad una ristampa. Se non che, avendo le molte esperienze, e lunghe osservazioni da me praticate in questo mezzo, rendute inutili alcune parti de' predetti Opuscoli, ed altre migliorate; ho giudicato più conveniente ripigliare la cosa dal suo principio, ordinatamente contando i passi, e le nuove scoperte da me fatte in questa materia, fino allo stato presente al qual l' ho condotta.*

Ponendo mano a quest' Opera, mi sono proposto eziandio di venire sponendo ogni cosa per modo sì piano, che il ragionare scientifico tornasse facile altresì a qualunque colta persona, non affatto rozza in tali materie: massimamente essendo venuta questa macchina alle mani di molti più che io da prima non mi aspettava. Io vo' dire,

che essendo questo giuoco del fluido elettrico dai Gabinetti di Fisica passato nelle camere di parecchi privati, per dar movimento continuo ad un pendolo, ragionevolmente si desidera una sposizione chiara ed accurata della natura di questo fenomeno, e del modo del suo operare; come eziandio una norma sicura da governare, avviare, e correggere que' movimenti. A questo fine era troppo necessario per prima parte dell' Opera un trattato elementare di elettricità, il quale nel modo il più facile, e coi più semplici sperimenti mettesse in chiaro le principali dottrine di questo ramo di Fisica, e quelle specialmente insegnateci dall' immortal Volta.

Ora pensando io meco medesimo, a chi meglio si convenisse il dedicare questa mia fatica, non ebbi troppo a cercarlo. Se il principale mio scopo nell' ufizio d' insegnare la Fisica è stato sempre, ed è di giovare a coloro, che vengono ad ascoltarmi, a questi più che ad ogni altro debbo io metter in mano il presente lavoro, ai quali principalmente ho sempre voluto che appartenesse.

Eccovi adunque, o miei amati discepoli: ricevete per cosa vostra questo mio libro; il quale, o vi sia scorta ed ajuto all' intelligenza delle mie Lezioni scolastiche, o richiamo alla mente delle cose imparate, o pascolo infine di nuove cognizioni, non potrà non esservi sempre utile e caro. Or voi leggetelo, e rammentatevi spesso di chi, come in cosa di suo sommo diletto, si studiò sempre in servire al vostro bene, ed in questo, all' onore ed utilità della patria.

Digitized by Google

CAPO I.

DELLE NOZIONI E TEORIE GENERALI SUL FLUIDO ELETTRICO

1. Le forze comunemente usate a produrre il moto nelle nostre macchine, oltre quelle degli animali, sono due: la gravità cioè de' corpi, ed il loro elaterio. Negli orologi da muro, la gravità fa oscillare il pendolo; ed un peso che discende, tien vivo quel movimento. ma negli orologi da tavola o da saccoccia, il moto proviene da una molla elastica, la quale, ristretta in piccoli giri, si sforza di ripigliare allargandosi lo stato di prima. Non ha tuttavia la natura queste sole forze motrici; essendo nota anche ai più volgari la virtù della calamita a muovere il ferro. Or qui vuol farsi conoscere un' altra forza motrice, che in parte si rassomiglia a quella di un ferro calamitato; ma che però è propria di tutti i corpi che abbiamo d' intorno, ed è la *forza elettrica*.

ARTICOLO I.

Fenomeni, o segni elettrici, e loro causa.

2. Per avere in atto questa forza elettrica, prendete una canna di cera lacca, di vetro, o di zolfo, un nastro di seta, od anche di carta ben diseccato al fuoco: e dopo avere stropicciato qual s'è l'uno di questi corpi colla mano ben asciutta, o con stoffa di lana, o di seta, avvicinatelo a qualche mobilissimo corpicciuolo, come sarebbe una cartolina, un filo di refe, un mucchio di crusca; e tosto vedrete questi sollevarsi, e volare, siccome ferro a calamita, al corpo stropicciato. Alcuni poi di quei minuzzoli di carta o di crusca, toccato appena il vetro o zolfo, ecc. stropicciato, via se ne fuggono a varie distanze. Ed in fine, stropicciandosi al bujo la suddetta canna, appariranno de'vivi lampi di luce; ed accrescendo vie più lo sfregamento, sentirete a scoppiettare eziandio delle vivaci scintille. Così avviene a parecchi, che traendosi al bujo rapidamente di gamba una calza di seta, o mettendosi indosso una camicia ben

diseccata al fuoco, non senza loro sorpresa, si veggono lampi e scintille di fuoco guizzare e discorrere per le parti così strofinate dalla seta, o dal lino in quel trarre, o vestirsi le dette robe.

3. Si chiama impertanto *elettrizzato* quel corpo, che produce o l'uno, o l'altro degli effetti suddetti, i quali si dicono *fenomeni*, o *segni elettrici*; e che si possono ridurre ai tre seguenti principali.

I. *Attrazione elettrica*, la quale si manifesta o per lo moto de' corpi verso il corpo elettrizzato, o in un mobile, com'è un filo pendente dal corpo elettrizzato; il qual filo viene da se stesso alla mano o ad altro corpo, che al filo si appressa; o finalmente al venirsi incontro che fanno due fila, de' quali l' uno sta appeso al corpo elettrizzato, e l'altro alla mano.

II. *Ripulsione elettrica*, la quale si mostra, o subito dopo l'attrazione, siccome abbiamo veduto (2.), oppure nel fuggirsi l'uno dall'altro due fila pendenti dal corpo elettrizzato.

III. *Luce elettrica*, la quale consiste, o in bagliori visibili soltanto al bujo, o in uno splendore vivissimo accompagnato da scoppio, com'è la scintilla elettrica.

4. I predetti fenomeni, o segni elettrici, si vogliono originati dall' azione di un fluido sottilissimo, di facilissima compressione, e sommamen-

te elastico denominato *fluido elettrico* (*); del qual fluido è ripieno ciascun corpo in quantità proporzionata alla sua capacità. Questa capacità che hanno i corpi di contenere l'elettrico, non è come quella che ha un vaso di contener l'acqua: ma si fa dipendere da un'attrazione scambievole fra essi corpi e l'elettrico: vale a dire; quando il corpo abbia tanto di elettrico quanto porta la sua attrazione particolare per questo fluido, allora il corpo ha una quantità di elettrico proporzionata alla sua capacità, e lo stato suo dicesi *naturale*, o di *equilibrio assoluto:* nel quale stato, il corpo non può dare alcun fenomeno o segno elettrico; e l'attrazione anzidetta, in quanto che produce e mantien l'equilibrio assoluto, chiamasi *attrazione assoluta*. Ma quando nel corpo vi sia una dose di elettrico o maggiore, o minore di quello che porta la sua capacità od attrazione assoluta, allora si rompe l'equilibrio assoluto, il corpo diventa *elettrizzato*, e produce i fenomeni o segni elettrici. Dunque in due modi l'uno all'altro contrari, un corpo si può elettrizzare; vale a dire, o *per eccesso*, o *per*

(*) Il vocabolo *elettrico* deriva dalla voce Greca ἤλεκτρον, che significa *ambra*, specie di bitume, nella quale fu la prima volta discoperta da Talete Milesio la proprietà di tirare a sè le paglie, od altri leggeri corpicciuoli, dopo essere stropicciata.

difetto di elettrico. elettrizzato per eccesso dicesi *positivo;* e *negativo* quando e' sia per difetto: ma sì nell'un caso come nell'altro, il corpo genera gli stessi fenomeni di attrazione, ripulsione, e scintilla; i quali, siccome vedremo, si spiegano in tutti i casi per la tendenza dell' elettrico all'equilibrio (*).

5. Che se un corpo per qualsivoglia cagione aumenti la già detta capacità di contenere l'elettrico, e quanto porta l'aumento di tal capacità, altrettanto elettrico gli sia cresciuto; questo corpo deesi tuttavia risguardare come in istato naturale, nè può dare fenomeno o segno elettrico. così pure diminuita in un corpo la sua capacità naturale per l'elettrico, e tolta al medesimo corpo una porzione di elettrico corrispondente alla detta capacità diminuita, il corpo dee apparire egualmente in istato naturale senza fenomeno, o segno elettrico; perciocchè sì nell'un caso come nell'altro, il corpo contiene mai sempre una dose di elettrico corri-

(*) Io mi attengo all'ipotesi del Dott. Francklin, siccome quella che ha un linguaggio più semplice, e perciò più conveniente al mio scopo; protestando di non averla, nè di proporla per dimostrata in paragone dell' altra ipotesi di Symmer e Coulomb, che vuole il fluido elettrico composto di altri due eterogenei, vitreo cioè, e resinoso.

spondente all'attuale sua capacità. Quando a cagion d'esempio, girando il disco della macchina elettrica, alcuni punti del vetro si stropicciano con altrettanti del cuscinetto, lo sfregamento cangia in tutti que' punti la capacità loro naturale di contenere l'elettrico, accrescendosi questa nei punti del vetro, e scemando rispettivamente in quelli del cuscinetto. E perciò, finchè dura lo sfregamento, una porzione dell' elettrico naturale del cuscinetto passa da questo nel vetro. Ma perocchè, sì la perdita del cuscinetto, come l'acquisto del vetro rispondono esattamente all'attual capacità, diminuita nel primo, e cresciuta nel secondo; così nè i punti del vetro, nè quelli del cuscinetto, all' atto di sfregarsi possono dare fenomeno o segno elettrico. Ma i punti del vetro tosto che, lasciato il cuscinetto, cessano di essere strofinati, perdono eziandio il detto aumento di capacità: quindi l'elettrico, che ricevettero durante lo sfregamento, soprabbonda, dopo questo, alla loro capacità; e subito ne conseguono i fenomeni, o segni di elettrico eccessivo nel vetro.

6. E posciachè l'elettrico si rassomiglia per molti riguardi al calorico, la cui maniera di operare è volgarmente più nota, noi ci faremo ajutare al calorico, per mettere in chiaro ciò che appartiene all'elettrico.

I. Il calorico, siccome ognun sa, viene eccitato ne' corpi stropicciandosi l' uno con l' altro; l' elettrico eziandio si desta per lo sfregamento, ma con questa differenza, che lo sfregamento riscalda amendue i corpi per eccesso, sprizzando fuori il calorico da tutti e due, non altrimenti che l' acqua spremuta da due spugne inumidite, che si comprimono fra di sè; ma l' elettrico smosso per lo sfregamento scambievole di due corpi, altro non fa che passare da un corpo all' altro per cangiamento sopravvenuto alla loro capacità, e soprabbonda perciò nell' uno a spese dell' altro, come un liquore che si versa da un vaso nell' altro.

II. Un corpo acquista, o perde del calorico, cioè si riscalda, o si raffredda, comunicando con altro corpo, che sia di lui più caldo, o più freddo; e ciò per la tendenza naturale del calorico all' equilibrio. similmente un corpo in istato naturale si elettrizza o per eccesso, o per difetto, comunicando con altro corpo elettrizzato, o per eccesso, o per difetto. E ciò per legge di equilibrio, che dicesi *rispettivo*, la quale porta, che l' eccesso di elettrico accumulato in un corpo, sia in parte comunicato a que' corpi in istato naturale, che possono da lui riceverlo, i quali perciò rimangono elettrizzati altresì per eccesso. Che se un corpo elettrizzato per difetto comunichi con al-

tri corpi in istato naturale, la stessa legge di equilibrio rispettivo vuole, che il difetto del primo sia in parte ristorato da una porzione di elettrico naturale cedutagli dai secondi, i quali per tale cessione rimangono essi pur negativi.

Dunque ogni corpo, oltre la capacità di ritenere il proprio elettrico naturale in *equilibrio assoluto* (4.), ha eziandio l'altra detta *di carica*, che è quella di farsi o positivo, o negativo per la sola comunicazione di lui con altro corpo o positivo, o negativo. E questa *capacità di carica* proviene altresì dall' attrazione scambievole fra corpi ed elettrico; che in tal caso prende il nome di *attrazione rispettiva*, in quanto che produce l'*equilibrio rispettivo*, ossia l'uguaglianza di stato elettrico nei corpi che si elettrizzano per comunicazione. Quel cilindro metallico, che nella macchina elettrica porta il nome di *conduttore*, si elettrizza per via di comunicazione, accostando l'un de'suoi capi rasente al vetro di già elettrizzato per eccesso dallo sfregamento. E ciò avviene, perchè il metallo tira a sè di quell'eccesso dal vetro finchè ne risulti l'equilibrio rispettivo, ossia l'uguaglianza di stato positivo nel conduttore e nel vetro. Che se nella macchina in luogo del vetro si strofini un globo di zolfo, che divien negativo per lo sfregamento, si fa pur negativo il conduttore, perchè il zolfo negativo tira a sè dell'

elettrico naturale del conduttore quanto abbisogna per far l'equilibrio rispettivo, ossia l'uguaglianza di stato negativo nel conduttore e nel zolfo. Dal che si vede, che ogni fenomeno, o segno elettrico non può essere se non lo sforzo dell'elettrico insieme e dei corpi, o per aver l'equilibrio rispettivo, o per riacquistare l'assoluto.

III. Il passaggio del calorico da un corpo all'altro per mettersi in equilibrio, si fa più o meno prestamente, secondo che i corpi sono più o meno acconci a trasmetterlo. I metalli sono di tutti i più atti a questo ufizio di propagare il calorico. Per qual ragione, di fatto, si usa guernire di legno il manico di uno scaldavivande? se non per difender la mano dall'offesa del calorico, il quale per lo legno non può passare sì liberamente, come dal metallo alla mano? Ora i metalli sono eziandio i meglio fatti a trasmettere l'elettrico, e perciò si chiamano i suoi *conduttori* o *deferenti*. Ai metalli si aggiungano i carboni, l'acqua, ed i vapori acquosi, con tutto ciò che contiene dell'umido, come la tela, il legno, la carta, il mele ecc.; i quali tutti, per l'umidità in essi contenuta, sono conduttori dell'elettrico, comechè di troppo minore virtù che i metalli.

IV. Benchè non tutti i corpi trasmettano con eguale facilità il calorico, non v'ha tuttavia corpo, che presto o tardi non ne rimanga intima-

mente penetrato. Ma quanto all'elettrico ve n'ha alcuni cotanto resistenti al suo passaggio, che si possono risguardare come assolutamente impenetrabili a questo fluido; non potendo esso nè attraversare la loro sostanza, nè diffondersi per la loro superficie. Tali sono il vetro, il zolfo, i bitumi, le cere, le gomme, le resine, la lana, la seta, il crine, ed ogni specie di aria purchè asciutta; i quali corpi si dicono perciò *isolanti*, o *coibenti* del fluido elettrico.

Quindi è, che questa specie di corpi non si può elettrizzare per comunicazione, salvo nei soli punti che essi toccano il corpo elettrizzato; laddove i conduttori, siccome quelli che trasmettono rapidamente l'elettrico, toccando essi il corpo elettrizzato anche in un solo punto, rimangono elettrizzati egualmente in tutti gli altri della loro superficie.

I coibenti hanno eziandio la proprietà di conservare tenacemente nelle loro superficie lo stato positivo o negativo una volta acquistato, per forma, che toccandole anche con ottimi conduttori, non perdono così subito l'elettrizzamento.

Fra i conduttori però, e gli isolanti, v'ha una specie intermedia di corpi, che si dicono *semiconduttori*, o *semicoibenti*, quali sono i marmi ed i legni asciutti, gli incerati, ed i metalli stessi coperti da un sotilissimo strato di vernice isolan-

te. Questa specie di corpi nè può trasmettere liberamente l'elettrico, nè resistere totalmente al suo passaggio: possono arrestarne una piccola quantità, ma cedono il passo ad una maggiore; siccome argini abbastanza forti da sostenere de' rigagnoli, ma troppo deboli da tener fronte alla piena di un fiume. La resistenza però ch'essi oppongono all'elettrico, fa che questo abbia a spendere più, o meno di tempo nel propagarsi per i medesimi.

V. Una determinata quantità di calorico tanto meno riscalda, quanto più si diffonde. Due o tre gocce d'acqua bollente che si uniscano ad una libbra di acqua fredda, non bastano nè anche a intiepidirla. L'elettrico parimenti s'indebolisce di forza, secondo che più e più si distende ne' corpi. E però quell'eccesso di elettrico, che accumulato in piccolo corpo basta a produrre in esso dei fenomeni, o segni elettrici, non basta a fare lo stesso in un corpo più grande, ove sia per molto spazio diffuso. Laonde, se un corpo conduttore mentre si vuole elettrizzare, comunichi col suolo (il quale si può riguardare come un conduttore d'infinita estensione), l'elettrizzamento dovrà disperdersi nel suolo per modo, da non poter più mostrare fenomeno, o segno elettrico. Quindi per elettrizzare un conduttore è mestieri, come dicesi, *isolarlo*, cioè interrompere la sua comunicazione col suolo per mezzo d'un corpo isolante. Il con-

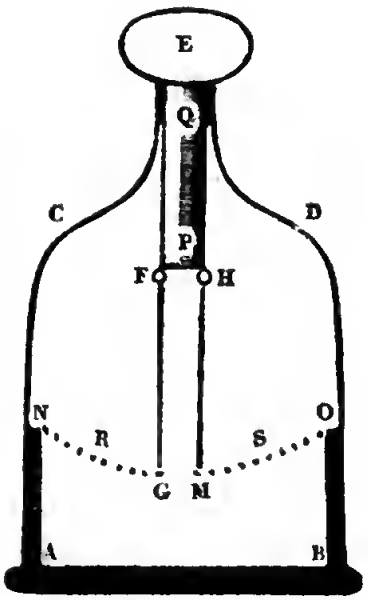
duttore della macchina elettrica non potrebbe giammai elettrizzarsi nè meno per un istante, se non fosse interrotta la sua comunicazione col suolo, da una colonna di vetro, che lo sostiene. Così pure per elettrizzare il vostro corpo non basta, toccando esso conduttore con la mano, da lui ricever l'elettrico, ma è duopo salire sopra uno scannello isolato, che l'elettrico in voi messo dal conduttore, non lasci disperdersi nel terreno.

ARTICOLO II.

Dell' Elettrometro.

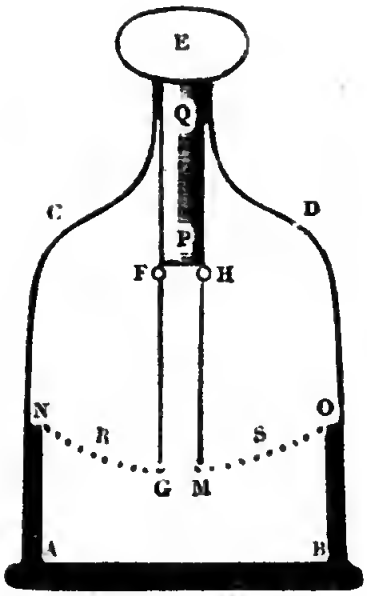
7. Essendosi detto (4.), che un corpo allora s'elettrizza quando contiene o più, o meno dell'elettrico, proporzionato alla sua capacità, è mestieri adesso conoscere distintamente gli indizi di queste due specie contrarie di elettrizzamento. Serve a tal uopo l'*Elettrometro*, stromento che ci verrà a mano quasi sempre in tutto questo Trattato.

Fig. 1.



8. ACDB (*Fig. 1.*) è una bottiglia di cristallo senza fondo, le cui veci fa un piano AB di metallo saldato tutto all'intorno con mastice al lembo inferiore della bottiglia. Nel collo di questa viene inserita una verghetta metallica QP, che termina di sopra in un bottone E, similmente metallico, annestato a vite nella sommità della verghetta, e sostiene da basso due pendolini di paglia, o due fogliette d'oro battuto FG, HM, mobilissime da' punti F ed H. Oltre a ciò, lungo l'interna parete di essa bottiglia sono incollate in piedi, l'una rimpetto all'altra, due listerelle metalliche AN, BO, le quali toccano in A ed in B

Fig. 1.



il piano, o fondo metallico, e le loro sommità N ed O corrispondono ai due capi G ed M delle fogliette per modo, che queste allargandosi vanno a toccare coll'estremità loro G ed M, le sommità N ed O delle due listerelle. Di più una faccia della bottiglia, che guarda per costa le fogliette, porta un arco graduato RS, per notare il più, e'l meno della loro apertura. La bottiglia debb' esser chiusa da per tutto ermeticamente, avvertendo, che l'aria interna sia stata prima bene diseccata, e sia data una mano di vernice o di mastice isolante all' interna ed esterna superficie della bottiglia, dal collo, presso a poco, sino ai

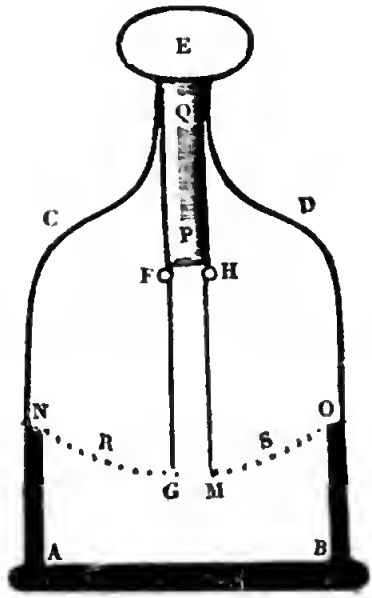
punti C e D; il che è sempre necessario per rendere la superficie del vetro ben isolante; altrimenti, essendo ignuda, l'elettrico si disperde facilmente per l'umido, che suole attaccarsi alla superficie del vetro.

9. Ognun vede impertanto, essere lo stromento qui descritto, un *Elettrometro*, ossia un misuratore dell' elettrizzamento de' corpi; e ciò per mezzo delle due fogliette FG, HM mobilissime al più piccolo grado di sensibile elettricità. Di fatto, essendo queste due fogliette sospese a un corpo conduttore, che termina nel bottone E, isolato d'ogni parte per mezzo del vetro, qualunque volta il bottone E si elettrizzi, elettrizzandosi pure con esso le due fogliette FG, HM, dovranno queste respingersi scambievolmente (3. II.), e rimanendosi aperte, segnare sull'arco RS il quanto di questa apertura.

Prendete una canna di vetro ben asciutto, o di cera lacca, e dopo averla anche leggermente stropicciata colla mano, o con una stoffa di lana asciutta, avvicinatela al bottone E, e tosto vedrete le fogliette FG, HM aprirsi rapidamente.

10. L'Elettrometro, oltre al misurare i vari gradi di elettricità anche debole, dimostra eziandio esservi due specie di elettrizzamento, che mirano a distruggersi l'una l'altra. Tali sono l'elettrizzamento del vetro, e quello della cera lacca,

Fig. 1.



ambedue confricati o dalla mano, o dalla stoffa di lana ben asciutta. Imperciocchè, se dopo avere strofinato il vetro, voi lo collocate sul bottone E dell'Elettrometro, le due fogliette divergono, e restano aperte per elettrizzamento proveniente dal vetro. ma se, stando le fogliette così aperte, voi appressate al bottone E la cera lacca stropicciata, tosto le fogliette si avvicinano fra loro, ed accostando ancora più la cera lacca al bottone, le fogliette si chiudono interamente. Ora lo stesso avviene collocando prima sul bottone la cera lacca stropicciata, e poi avvicinando al bottone il vetro confricato: le fogliette, cioè, che prima per

l'elettrizzamento della cera lacca si aperscro, sono poi chiuse da quello del vetro. Laonde v'ha qui due corpi, vetro, e cera lacca; ambedue sono elettrizzati, poichè sì l'uno e sì l'altro, adoperato solo, fa diverger le due fogliette; ma queste aperte dall'elettrizzamento del vetro, sono poi chiuse da quello della cera lacca, e viceversa. Dunque l'elettrizzamento del vetro e quello della cera lacca, sono due specie di elettrizzamento, che mirano a distruggersi scambievolmente.

11. Nel sistema di Francklin che noi seguitiamo, l'elettrizzamento del vetro è positivo, e negativo l'altro della cera lacca nelle esperienze allegate: vale a dire; il vetro confricato dalla mano, o dalla lana, ruba a queste del loro elettrico naturale, ed egli perciò ne riman caricato per eccesso. per lo contrario, la cera lacca cede del proprio elettrico naturale alla mano o alla lana; e quindi la cera lacca elettrizzasi per difetto.

Ciò posto ne conseguita, che le fogliette dell' Elettrometro aperte dall'elettrizzamento del vetro, debbono poi chiudersi per quello della cera lacca, e viceversa; perciocchè l'eccesso elettrico indotto nelle fogliette dal vetro, vien tolto dalla cera lacca, che essendo negativa, tira a sè quell' eccesso; e quindi le fogliette ritornano allo stato naturale. Nel caso contrario, quando, cioè, le fogliette sono aperte dall' elettrizzamento negativo

della cera lacca, accostando loro il vetro, od altro corpo elettrizzato per eccesso, riacquisteranno dal medesimo l'elettrico di cui abbisognano, e si rimetteranno egualmente in istato naturale.

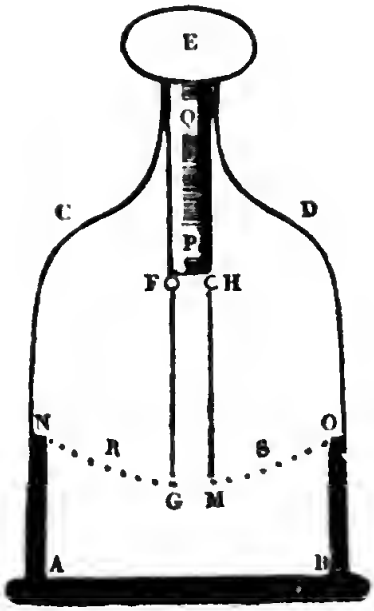
12. Che se dopo aver tornate le fogliette in istato naturale (col mezzo della cera lacca se erano positive, o del vetro se negative), si accosti via più al bottone dell'Elettrometro o la cera lacca nel primo caso, od il vetro nel secondo, vedremo le fogliette aprirsi da capo. Questa seconda apertura dimostra, che le fogliette dopo aver perduto l'elettrizzamento di prima, acquistano l'elettrizzamento contrario. In fatto poniamo, che le due fogliette da positive che erano, perduto ogni eccesso di elettrico per opera della cera lacca, sieno ridotte allo stato naturale: se in tal caso la cera lacca via più loro s'accosta, questa maggior vicinanza darà alla cera lacca maggior forza di tirare a sè l'elettrico di cui abbisogna; ma non potrà tirar dalle fogliette, che il loro naturale; ond'esse restando negative, dovranno aprirsi per elettrizzamento negativo. Nel caso contrario, quando, cioè, le fogliette aperte sien negative, e loro avvicinando il vetro si chiudano; accostandolo vie più, l'eccesso del vetro avrà forza di aprirle nuovamente per elettricità positiva.

Ecco perciò nell'Elettrometro un giudice infallibile di queste due specie contrarie di elettriz-

zamento. Imperciocchè, volendo sapere se un corpo elettrizzato sia positivo o negativo, basta far divergere con esso le fogliette dell'Elettrometro; e stando queste così aperte, avvicinare al bottone il vetro, o la cera lacca confricati come sopra: se il vetro le chiude, o la cera lacca le apre via più, siamo sicuri che l'elettricità di quel corpo è negativa; ma se per lo contrario, o il vetro le apra maggiormente, o la cera lacca le chiuda, l'elettricità cercata è fuor d'ogni dubbio positiva.

13. Un altro indizio da riconoscere se due corpi sieno similmente elettrizzati, o in opposito, è contenuto nella seguente regola: *Due corpi similmente elettrizzati si respingono; ed elettrizzati in opposito si attraggono*. La prima parte di questa regola fu già trovata vera nelle sperienze precedenti, nelle quali si è veduto, le fogliette dell'Elettrometro respingersi fra di sè ed aprirsi, essendo amendue similmente elettrizzate, cioè, o amendue positive per mezzo del vetro, o amendue negative per la cera lacca. Vedremo a suo luogo, il perchè tanto l'eccesso, quanto il difetto di elettrico abbia a produrre lo stesso fenomeno di aprire le due fogliette. Per ora ci basti l'aver questo fatto, che prova la prima parte della regola.

Fig. 1.



E volendo provare ugualmente la seconda per mezzo dell'Elettrometro, conviene isolare il suo piano o fondo mettalico AB, collocandolo sopra due bastoncelli di cera lacca. Stropicciate quindi un pezzo di cera lacca con lana, e posatelo sul bottone E; tosto le fogliette si apriranno per elettricità negativa. Stando ora le fogliette così aperte, strofinate parimenti con lana un tubo di vetro, ed avvicinatelo al piano metallico AB; vedrete subitamente le fogliette allargarsi via più; e questa maggior apertura dimostra appunto l'attrazione fra due corpi elettrizzati in opposito. Imperciocchè il vetro elettrizza positivamente il pia-

no metallico AB, e con esso le due listerelle metalliche AN, BO; e la cera lacca che sta sul bottone E elettrizza negativamente le due foglietto FG, HM; cioè le listerelle sono elettrizzate in opposito alle foglietto. Ma si è veduto nell'esperienza, che quando le listerelle si fanno positive, allora le foglietto si aprono via più per accostarsi alle listerelle; il che vuol dire, che ciascuna listerella positiva tira a sè la foglietta negativa dal proprio lato.

Invertendo lo sperimento col mettere sul bottone E il vetro positivo, e coll'avvicinare la cera lacca negativa al piano AB, si produce l'effetto medesimo, che cioè le foglietto si aprono maggiormente per l'attrazione tra le foglietto FG, HM positive, e le due listerelle AN, BO negative.

14. Ma se in altro caso, posta la cera lacca negativa sul bottone E, si accosti al piano metallico AB di già elettrizzato, altro pezzo di cera lacca negativa; oppure, collocato sul bottone il vetro positivo, altro vetro positivo al piano si appressi, le foglietto ristringono la loro apertura. Poichè la prima parte della regola ci dà la ripulsione fra corpi similmente elettrizzati (13); dunque ove le foglietto FG, HM, e le due listerelle AN, BO sieno tutte e quattro o negative per opera della cera lacca, o positive per mezzo del vetro, ciascuna foglietta, così nell'un caso come

nell'altro, dee ritirarsi dalla listerella corrispondente che la respinge, e verrà quindi scemando la loro apertura.

15. Non è però da credere, che l'elettrizzamento della cera lacca sia sempre negativo, e positivo sempre quello del vetro. Nelle sperienze recate finora, abbiamo sempre supposto, che il vetro, e la cera lacca sieno stropicciati o dalla mano, o da una stoffa di lana. Ma cangiando il corpo strofinatore, vedremo altresì variare l'elettricità del corpo strofinato; e se torna positiva con uno, può riuscir negativa con altro. La cera lacca, che stropicciata con lana, cede a questa l'elettrico e divien negativa, rendesi per lo contrario positiva stropicciandola con una foglia metallica: nel qual caso l'elettricità della cera lacca è la medesima che è del vetro strofinato con lana. Ed il vetro parimenti stropicciato sul pelo di gatto, o con altra pelliccia assai fina, divien negativo, cioè simile alla cera lacca sfregata sulla lana.

Cotal varietà dipende, siccome è facile a vedersi, dalla diversa natura de' corpi, per la quale il medesimo corpo cede l'elettrico ad alcuni, e lo riceve da altri. Basta perfino un cangiamento accidentale a indur varietà di elettrizzamento in due corpi, che si sfregano l'uno con l'altro; poichè strofinando con lana un tubo di vetro, che

sia in una parte liscio, ed in altra corroso dallo smeriglio, si sviluppa l'elettricità positiva nella prima, e la negativa nella seconda. Che più? il color diverso dà opposito l'elettrizzamento. Stropicciando fra le dita due nastri di seta, l'un bianco, l'altro nero insiem combaciati, si trova positivo il bianco, ed il nero negativo.

ARTICOLO III.

Della tensione, e carica elettrica.

16. Ciascun fenomeno elettrico procede mai sempre dallo sforzo fatto dall'elettrico insieme, e dai corpi, per fermare l'equilibrio o assoluto, o rispettivo (4.) (6. II.); e questo sforzo dicesi con proprio vocabolo *tensione elettrica*. Il perchè, qualsivoglia fenomeno o segno elettrico, l'attrazione cioè, la ripulsione, o la scintilla, può misurare il vario grado del predetto sforzo o tensione; in quanto che dalla maggiore o minore distanza, alla quale un corpo elettrizzato attrae o respinge dei corpicciuoli, o fa scoccar la scintilla, si dee argomentare la sua maggiore o minore tensione. E perchè la ripulsione si manifesta nelle due fogliette dell'Elettrometro, che per essa si

aprono; la maggiore o minore apertura delle medesime misurerà la tensione di quel corpo elettrizzato che tocca il bottone dell'Elettrometro. Questa tensione poi, siccome è chiaro, sarà o positiva, o negativa secondochè il corpo sarà elettrizzato o per eccesso, o per difetto.

17. La *tensione elettrica* vuolsi distinguere esattamente dalla *carica elettrica:* col qual nome s'intende esprimere o quella quantità di elettrico eccessivo che rende un corpo positivo (nel qual caso la *carica è positiva*), o quella quantità di elettrico naturale, che manca ad un corpo negativo (nel qual caso la carica è negativa). Laddove la *tensione positiva* è lo sforzo che fa l'elettrico eccessivo, per passare, o tutto o in parte, nei corpi circonvicini; oppure (essendo scambievole l'attrazione tra corpi e fluido elettrico (4.) (6. II.)) è lo sforzo de' corpi circostanti, per ricevere in se medesimi, o tutto o in parte, quell'elettrico eccessivo; e la *tension negativa* si è lo sforzo, che fa il corpo negativo, per tirare a sè da' corpi circonvicini, o tutto o in parte l'elettrico di cui fu spogliato; oppure è lo sforzo che fa l'elettrico de' corpi circonvicini, per passare nel corpo negativo onde risarcirlo, o in tutto o in parte, del suo difetto.

18. Non v'ha corpo elettrizzato in cui non sia e *carica* insieme e *tensione;* ma la stessa ca-

Digitized by Google

rica può produrre diversa tensione in corpi diversi. Di fatto si è veduto (6. V.), che quel medesimo eccesso di elettrico, il quale cagiona in un piccolo conduttore dei fenomeni elettrici, non basta a fare lo stesso in altro conduttore di estensione maggiore. Dunque si potrebbero dare dei corpi eguali quanto alla carica elettrica, e diversi in tensione: e cel diranno ben le fogliette dell'Elettrometro, coll'aprirsi più per l'uno che per l'altro.

Sieno elettrizzate le due fogliette dell'elettrometro, e stando queste aperte, toccate il suo bottone con una palla metallica isolata; tosto a quel toccamento le fogliette si avvicinano fra loro. Lasciando ora la palla posata sul bottone, e toccando questo con una seconda palla pure isolata, le fogliette ancora più si vanno accostando fra loro; e così seguitando ad aggiungere altre ed altre palle isolate, le fogliette verranno a chiudersi totalmente. Dunque coll'accrescere la superficie del conduttore elettrizzato, il che fecero le palle sopraggiunte, la tensione diminuisce; mentre la carica di tutte le palle insieme unite è la stessa di quella che avea prima il solo bottone. E però a misura che la stessa carica più e più si diffonde, tanto è minor la tensione, sfogandosi in maggior campo; ossia (che è un medesimo), quanto più un corpo è capace di carica, tanto

minore è la tension che dispiega colla medesima carica. Sopra queste osservazioni potremo fermare le seguenti regole.

I. *Finchè un corpo conserva la stessa capacità di carica, la tensione è proporzionale alla carica;* chiaro essendo, che quanto è maggiore la quantità di elettrico che eccede o manca in tal corpo, tanto maggiore è lo sforzo da lui fatto per rimettersi in equilibrio. Se per esempio, il bottone dell'Elettrometro abbia ricevuto una certa carica elettrica che aprì le fogliette ad un grado di tensione, bisognerà raddoppiare, o triplicare quella carica, per farle aprire a due o a tre gradi.

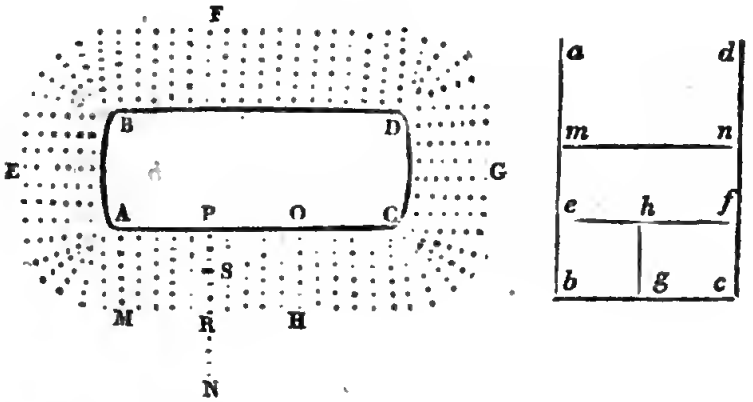
II. *Due corpi diversi nella capacità di carica allora avranno tensioni eguali, quando le cariche sieno proporzionali alle loro capacità.* A cagion d'esempio; a un conduttore, che abbia una capacità doppia di quella di un altro, fa bisogno altresì una doppia carica per dispiegare una tensione eguale a quella dell'altro.

III. *Due corpi diversi di capacità che abbiano la stessa carica, avranno le tensioni in ragione inversa delle loro capacità:* vale a dire; se uno di essi abbia una capacità doppia o tripla di quella dell'altro, la tensione del primo sarà la metà o un terzo di quella dell'altro.

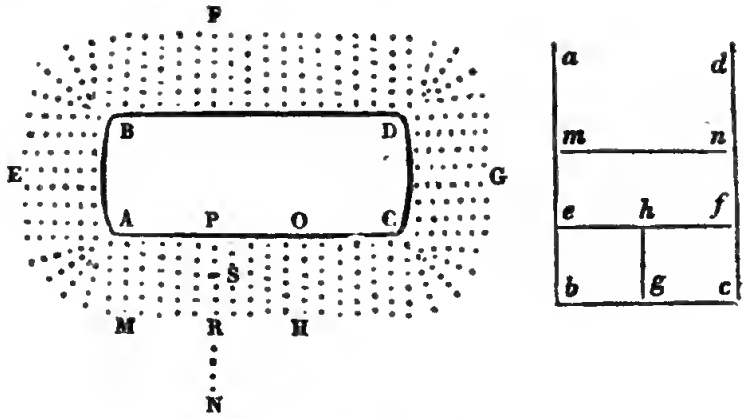
19. Un'imagine dell'importante dottrina compresa in queste regole, ci vien data dalla pressio-

ne che esercitano i liquori sul fondo dei vasi che li contengono.

Fig. 2.



La carica di qualunque conduttore ABDC (*Fig. 2.*) elettrizzato *e. g.* per eccesso, può essere rappresentata dall'acqua *ebcf* contenuta nel vaso *abcd*; colla differenza però, che l'acqua sta nell'interna capacità del vaso, mentre la carica elettrica (come vedremo più avanti) risiede unicamente nella esterna superficie del corpo elettrizzato. Onde questa carica si esprime nella figura dallo spazio EFGH, che si suppone tutto occupato dalle particelle dell'elettrico eccessivo. La tensione poi elettrica di questo conduttore elettrizzato si dee rassomigliare alla pressione, che patisce qualsivoglia punto *b*, *g*, *c* del fondo del vaso dall'acqua soprastante; vale a dire, siccome tal pressione è uguale in ciascuno di quei punti del fondo, perchè caricati da colonnette d'acqua di altezza egua-



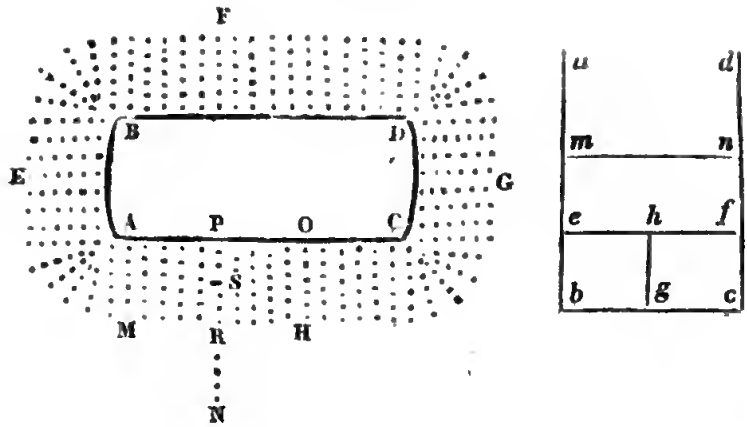
le *eb*, *hg*, *fc*, così nel conduttore elettrizzato ABDC qualunque punto A, P, O ec. della sua superficie ha una tensione elettrica uguale, perchè caricato da ugual eccesso di elettrico AM, PR, OH. E come tutta l'acqua contenuta in *ebcf* è la somma di tante colonnette d'acqua eguali in altezza, quanti sono i punti del fondo *bc* del vaso, così tutta la carica elettrica EFGH è la somma di tante cariche uguali AM, PR, OH ec. quanti sono i punti nella superficie del conduttore elettrizzato.

Ciò posto; se si volesse raddoppiar la pressione sul fondo *bc*, bisognerebbe aggiungere al vaso tanta acqua che salisse a un'altezza *bm* doppia della prima altezza *be*. Ed essendo il vaso egualmente largo dal fondo alla bocca, egli è chiaro, che giunta l'acqua all'altezza doppia *bm*, si avrebbe nel vaso l'acqua *mbcn* doppia in quan-

tità della prima *ebcf*. Dunque in tal caso la pressione sul fondo è proporzionale alla quantità d'acqua contenuta nel vaso. Similmente nel conduttore elettrizzato ABDC la prima regola porta, che *conservando egli la stessa capacità per la carica elettrica, la sua tensione è proporzionale alla carica*. E vuol dire, che per accrescere la sua tensione, ogni punto A, P, O ecc. della sua superficie debb'essere caricato d'altrettanto maggiore eccesso elettrico, come sarebbe *e. g.* PN maggiore di PR.

Imaginatevi adesso, che il vaso *abcd* divenga egualmente più largo dal fondo alla bocca; certo che allora per aver l'acqua alla medesima altezza *eb*, e quindi la stessa pressione di prima sui punti del fondo, bisogna versare nel vaso tant'acqua di più quanto è più largo. Ecco l'esempio della seconda regola, che vuole *la carica elettrica proporzionale alla capacità, per avere la medesima tensione;* cioè, se il conduttore elettrizzato ABDC aumentando in superficie acquisti capacità maggiore per la carica, vi vorrà altrettanto eccesso elettrico di più, per avere la stessa tensione di prima.

E finalmente, versandosi tanta acqua nel vaso *abcd* quanta in altro di simil figura, ma più largo, l'acqua salirebbe in questo a un' altezza tanto minore quanto è più largo, e produrrebbe



minor pressione sul fondo. Ciò corrisponde alla terza regola, per la quale *la tensione elettrica è in ragione inversa della capacità quando la carica rimane la stessa*. Se tutto l'eccesso elettrico, ossia tutta la carica del conduttore elettrizzato ABDC contenuta nello spazio EFGH, si distendesse in altro conduttore di maggior superficie, ogni suo punto sarebbe caricato di eccesso elettrico minore, come *e. g.* PS minore di PR.

Le quali regole hanno luogo eziandio nel conduttore elettrizzato per difetto, perciocchè (come vedremo) anche in tal caso la sola superficie del conduttore è negativa. Laonde se il conduttore ABDC divenisse altrettanto negativo quanto fu prima positivo, come la tension positiva di qualunque suo punto P era lo sforzo di questo punto per vibrare l'elettrico eccessivo PR da P in R, così divenuto altrettanto negativo, la sua tensione è lo

sforzo di qualunque suo punto P per tirare a sè altrettanto elettrico RP, cioè da R in P; e però questo sforzo, o tension negativa, debb' essere in ogni caso proporzionale alla quantità RP di elettrico, che può tirare a sè il conduttor negativo per qualunque punto della sua superficie.

Digitized by Google

CAPO II.

DELL' ATMOSFERA ELETTRICA DI PRESSIONE.

20. Un corpo elettrizzato adopera la sua virtù anco in distanza; e ne sono, fra le altre, continue prove i corpi da esso attratti, o rispinti a diversa distanza, e la scintilla che si vede scoppiare prima eziandio di toccarlo. V' ha dunque tutto all' intorno d' un corpo elettrizzato uno spazio, nel quale l' elettrico produce alcuni effetti: questo spazio è *l' atmosfera elettrica*.

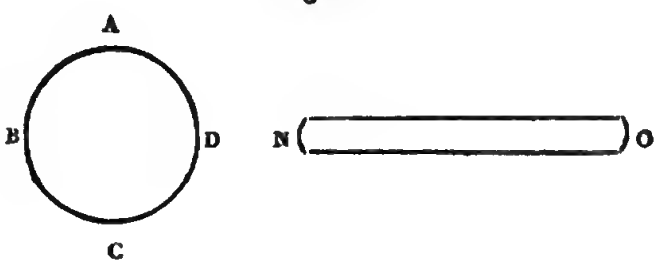
Ma i fenomeni che nascono anche in distanza dal corpo elettrizzato sono di due specie. alcuni di questi si producono senza che il corpo elettrizzato perda la più piccola porzione della sua carica; ed altri non possono avvenire senza che esso non ne patisca dello scemamento. I primi appariscono in distanza maggiore dei secondi: e però questi sono sempre da quelli preceduti. Quindi è mestieri distinguere due atmosfere elettriche, la prima delle quali chiameremo *atmosfe-*

ra elettrica di pressione; ed è quello spazio in cui si producono i fenomeni, senza scemare la carica del corpo elettrizzato: l'altra è *l'atmosfera elettrica esplosiva;* ed è quello spazio in cui appariscono fenomeni con diminuzione della predetta carica.

ARTICOLO I.

Influenza dell' atmosfera elettrica di pressione nell' elettrico naturale de' corpi circonvicini.

Fig. 3.



21. Sia ABCD (*Fig. 3.*) una palla metallica elettrizzata, ed NO un cilindro parimenti metallico, ma in istato naturale: prendo questi due corpi diversi nella figura, unicamente per maggior chiarezza di discorso. Il cilindro si avvicini con un suo capo N alla palla, non però tanto, che ne seguiti passaggio di elettrico nell' intervallo DN

che li separa. Questo cilindro si può considerare in tre circostanze:

I. Sempre isolato.

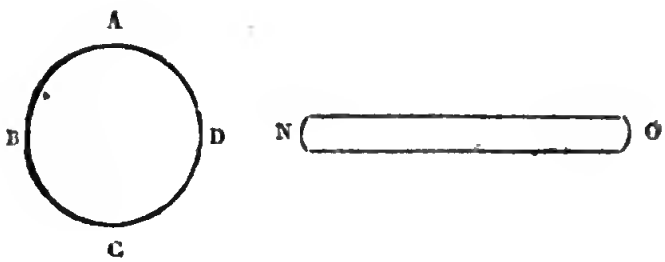
II. Comunicante per un momento col suolo, e poscia isolato.

III. Sempre comunicante col suolo.

Ciascuno di questi tre stati dà i fenomeni suoi particolari.

CASO I.

Fig. 3.



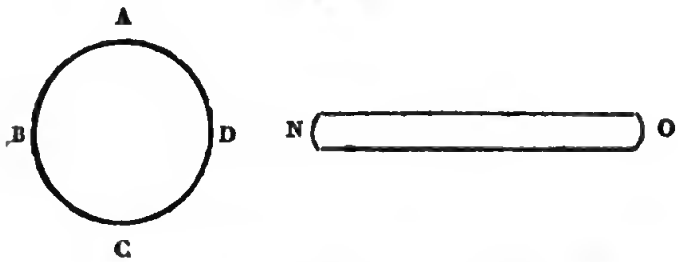
22. Sia il cilindro NO sempre isolato. L'esperienza fa vedere, che il cilindro sente così la vicinanza della palla ABCD elettrizzata, ch'egli pure si elettrizza; in modo però, che il suo capo N più vicino alla palla ha una elettricità contraria a quella della palla; e l'altro capo O più lontano, un'elettricità simile od omologa a quella di lei: cioè, se la palla è positiva, l'estremità N

del cilindro si fa negativa, e l'altra O positiva. Per lo contrario, se la palla è negativa, l'estremità N è positiva, e l'altra O negativa. Non è però, che i soli due capi N, ed O del cilindro sieno elettrizzati in opposito; ma l'elettrizzamento del capo N via via scemando, si distende verso il mezzo del cilindro, ove si trova uno stato naturale, dopo il quale incomincia l'elettrizzamento contrario, che viene a mano a mano crescendo insino al punto O.

23. In questo fenomeno il cilindro NO non può al certo elettrizzarsi per una carica elettrica a lui comunicata, o dalla palla ABCD, o da altro corpo. Non dalla palla ABCD, poichè si suppone, che nell'intervallo DN non possa essere passaggio di fluido elettrico; non da altro corpo, perchè il cilindro resta sempre isolato. Dunque è mestieri conchiudere, che il cilindro NO si elettrizzi pel solo suo elettrico naturale, il quale in vicinanza della palla elettrizzata, è forzato a partire da un capo del cilindro, ed accumularsi nell'altro opposto; vale a dire; se la palla è positiva, l'elettrico naturale del cilindro si ritira da N, e va a raccogliersi verso O, il che rende negativo N, ed O positivo. E se la palla è negativa, l'elettrico naturale del cilindro si parte invece da O, e lascialo negativo, e si trasporta in N a farlo positivo.

24. Ma donde avvien mai, che l'elettrico naturale del cilindro debba ricevere questo mutamento nelle direzioni già dette per sola la vicinanza della palla elettrizzata?

Fig. 3.

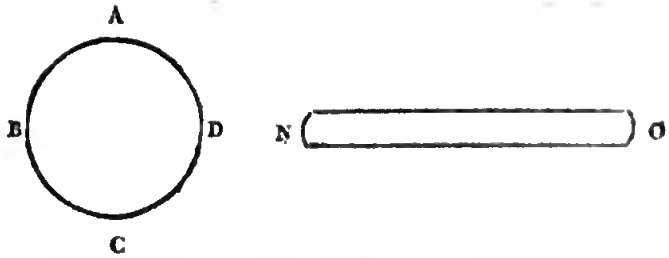


Per dare spiegazione meccanica di questo moto, suppongasi in primo luogo la palla ABCD elettrizzata per eccesso. In questo caso l'elettrico eccessivo della palla fa forza di propagarsi nell'aria circostante, ma specialmente si va accumulando verso il punto D, colà chiamato dal cilindro NO, a cui tende per l'equilibrio rispettivo (6. II.). Ivi adunque nel punto D l'elettrico eccessivo della palla preme e fa forza maggiormente contro dell'aria; e questo sforzo o pressione si comunica da strato a strato da D in N all'aria di mezzo non solo, ma eziandio all'elettrico naturale dell'aria medesima, il quale coll'ultimo sforzo in N preme l'elettrico naturale del cilindro NO. Ora, essendo l'aria isolante, il suo elettrico naturale, quantunque premuto da D in N, non può tuttavia passar liberamente da D in N; ma l'elettrico

naturale del cilindro premuto da N verso O, può moversi con libertà da N in O, come in ottimo conduttore. Dunque l'elettrico naturale del cilindro, partendo dal capo N, e da altri ed altri punti dietro lui, lascierà negativa la porzione del cilindro più vicina alla palla; e raccogliendosi l'elettrico naturale di questa porzione verso O, farà positiva l'altra porzione del cilindro più lontana dalla palla; e resteranno queste due porzioni del cilindro elettrizzate in contrario finchè dura la causa della pressione, che è l'eccesso elettrico della palla.

Suppongasi in secondo luogo la palla ABCD negativa; è facile intendere, che l'elettrico naturale del cilindro dee allora muoversi da O in N, cioè in direzione contraria a quella di prima. Imperciocchè essendo la palla negativa, l'elettrico naturale sì dell'aria circostante, come del cilindro NO tende di accorrere alla palla per ristorarla del suo difetto, come vuol la legge dell'equilibrio rispettivo; e perciò v'ha una forza che preme l'elettrico naturale del cilindro da O verso N; il qual elettrico potendo muoversi liberamente da O in N, ubbidirà alla già detta pressione; ma arrivato in N, non potendo più oltre procedere per l'ostacolo dell'aria isolante, elettrizzerà questo capo N per eccesso a spese dell'altro opposto O, che resterà perciò negativo.

Fig. 3.



25. Se non che, la spiegazione del fenomeno vuolsi derivare da più alto principio, che è l'attrazione scambievole infra i corpi e l'elettrico. E certamente ogni corpo si conserva in istato naturale, finchè adopera tutta intera la sua forza attraente pel proprio elettrico naturale; ma come una porzione di questa forza sia altrove distratta, ed eccoti il corpo non più ritenere l'elettrico suo nella stessa dose di prima, ma dimetterne quella parte che gli diventa eccessiva, e cederla ad altri corpi, che in paragone di lui conservano maggior forza attraente.

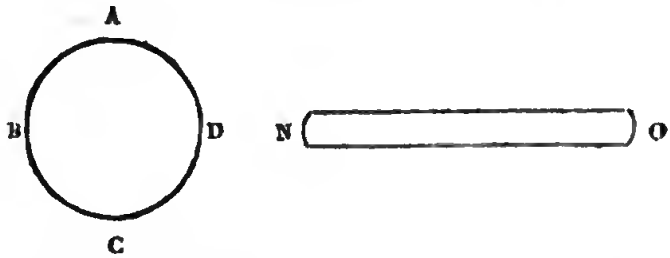
Questo appunto è il caso del nostro cilindro avvicinato alla palla positiva. Non può esso usare di tutta la sua forza attraente col proprio elettrico naturale, perchè costretto ad impiegarne una parte verso quell'eccesso elettrico della palla, che tende al cilindro per l'equilibrio rispettivo; e però, quanto vale l'attrazion rispettiva fra l'eccesso della palla, e i vari punti del cilindro, altrettanto in questi vien meno l'attrazione assoluta, o la capacità di contenere l'elettrico lor naturale. Ora

quell' attrazione rispettiva è certo maggiore nei punti del cilindro più vicini alla palla, e minore nei più lontani. Dunque i più vicini alla palla meno capaci di ritenere il proprio elettrico, lo dimetteranno in maggior copia dei più lontani; e questo elettrico abbandonato dai primi, andrà a caricar per eccesso i più lontani.

Ma quando la palla sia negativa, allora v'è attrazion rispettiva fra l'elettrico naturale del cilindro e la palla che ne abbisogna: per la quale il vedremo in vece ritirarsi da O, e raccogliersi verso N. Imperciocchè il cilindro, per conservarsi in istato naturale, dee aver tutto l'elettrico che basti a saturare la sua attrazione assoluta (4). Ora per la vicinanza della palla negativa, una porzione dell' elettrico naturale del cilindro vien tolta all'attrazione assoluta di questo, e in lui sostenuta dall'attrazione rispettiva della palla; e però resta il cilindro coll'attrazion sua assoluta non soddisfatta per intero: vale a dire; il cilindro non ha più tutto l'elettrico dovuto alla sua capacità. Ma questo difetto di elettrico dee esser maggiore nei punti del cilindro più vicini all'attrazione rispettiva della palla, e minore nei più lontani. Dunque i primi deono tirare a sè l'elettrico naturale dai secondi; ed eccolo perciò mosso da O verso N.

26. Si vede impertanto, che i corpi isolanti sono bensì impenetrabili al fluido elettrico, ma non possono impedire gli effetti dell' atmosfera elettrica di pressione, essendosi veduto in questo primo caso (23.), che la pressione anzidetta si propaga eziandio per l'elettrico naturale dell'aria interposta fra la palla ed il cilindro. E quand' anche in luogo dell'aria vi fosse un solido isolante, come un pezzo di vetro, o di zolfo che separasse la palla dal cilindro, mostra l'esperienza, che si avrebbero egualmente gli stessi effetti nel cilindro.

Fig. 3.



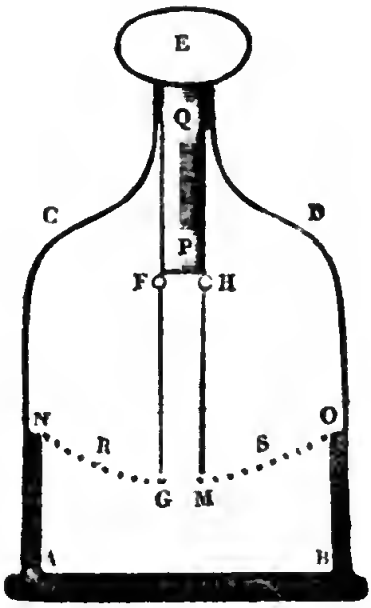
27. Ma l'elettrizzamento del cilindro NO, pel solo muoversi del suo elettrico naturale da una estremità all'altra, non può certamente durare se non quanto si continua sopra di esso l'influenza elettrica della palla ABCD, cagione unica di quel movimento. Quindi ne viene una distinzione importante fra l'elettrizzamento detto *di carica*, e quello chiamato *di pressione*, o come altri dicono fra *l' elettricità condotta*, e *l' elettricità indotta*.

L'elettrizzamento *di carica*, o *elettricità condotta* è quella di un corpo, la cui dose naturale di elettrico è realmente o accresciuta, o diminuita in paragone dell'attuale sua capacità (4.); ma l'elettricità *indotta*, o *di pressione* consiste unicamente nell'accumularsi che fa l'elettrico naturale di un corpo in una parte del medesimo, perdendolo un'altra, per cui la quantità sua naturale resta in somma la medesima. Tal si è l'elettrizzamento veduto sin ora nel cilindro NO, il quale tanto ha di eccesso in una sua estremità, quanto è il difetto dell'altra.

28. E per avere sicuro indizio da distinguere l'elettricità *condotta* o *di carica* dalla *indotta*, o *di pressione*, basterà l'osservare, se l'elettrizzamento si conservi o no, allontanando il corpo elettrizzante. Imperciocchè un corpo che siasi elettrizzato o per sfregamento, o per comunicazione, ed abbia realmente o accresciuta, o diminuita la sua dose naturale di elettrico, questo corpo se è ben isolato, dee conservare la sua carica o positiva, o negativa eziandio abbandonato dall'altro da cui la ricevette. Dunque il suo elettrizzamento dee essere *elettricità condotta*, o *di carica;* ma quando un corpo, come il cilindro NO, si trova elettrizzato soltanto per la vicinanza della palla ABCD elettrizzata, e levata questa, ritorna il cilindro allo stato suo naturale, si dee conchiudere,

che quel suo elettrizzamento fu elettricità *indotta*, o *di pressione*.

Fig. 1.



29. La verità di ciò che si è detto intorno a questo primo caso, si può mostrare col mezzo dell'Elettrometro. Prendete un tubo di vetro, e dopo averlo stropicciato colla lana, avvicinatelo al bottone E (*Fig. 1.*), quanto basta per tener aperte alcun poco le fogliette FG, HM. Queste si aprono per elettricità omologa, o simile a quella del vetro, cioè positiva; ma se il vetro dal bottone si allontana, le fogliette si richiudono di presente: indizio manifesto, che l'elettrizzamento per lo qua-

le si aprirono fu *di pressione* e non *di carica*; cioè non furono aperte da elettricità positiva che il vetro avesse loro comunicata (la quale avrebbele tenute aperte eziandio levatone il vetro); ma l'atmosfera di pressione del vetro positivo ha forzato l'elettrico naturale del bottone E, e dell'annessa verghetta QP ad accumularsi nelle estremità G ed M più lontane, e renderle perciò positive, di che elle si respinsero insieme.

Per lo contrario, se voi isolando il piano metallico AB, come nella sperienza riferita di sopra (13.), elettrizzate positivamente questo piano, e con esso le due listerelle metalliche AN, BO, le fogliette FG, HM si aprono tuttavia, ma per elettricità indotta negativa; perciocchè i punti O ed N, che sono positivi, premendo coll'atmosfere loro l'elettrico naturale delle fogliette, lo spingono dai punti G ed M verso il bottone E, e quindi le fogliette si aprono per elettricità negativa delle loro estremità G ed M. ma tolto l'elettrizzamento alle due listerelle AN, BO, le fogliette tosto si chiudono, ringorgando l'elettrico dal bottone nelle fogliette, per tornarle allo stato naturale. Se dunque in ambedue le sperienze, veggonsi le fogliette riacquistar subito lo stato naturale al solo levarsi del corpo elettrizzato, è manifesto, che la loro apertura all'avvicinarsi del medesimo è un puro effetto di elettricità indotta, o di pressione.

Volete in vece elettrizzare le fogliette di elettricità *condotta*, o *di carica?* prendete un nastro di seta ben asciutto, e tenendolo teso per i suoi capi, colle due mani fregatelo per lo lungo sul bottone dell' Elettrometro; e quando vedrete le fogliette aprirsi, allontanate il nastro dal bottone; e vedendo che restano aperte ugualmente, ne avrete una prova ed esempio di elettricità *condotta*, o *di carica*.

Anche il vetro, purchè sia fortemente elettrizzato, posto a toccare il bottone, può a questo ed alle fogliette insieme comunicare un' elettricità *di carica;* ma non così quando l' elettrizzamento del vetro sia debole; e ciò per la proprietà degli isolanti già notata a principio (6. IV.); di ritenere cioè così aderente alla loro superficie l' elettrizzamento acquistato, da non cederlo interamente nè meno agli ottimi conduttori. Quindi il vetro, ed ogni altro corpo isolante debolmente elettrizzato, eziandio toccando il bottone dell' Elettrometro, non può dare alle fogliette elettricità *di carica* ma quella soltanto *di pressione*, la quale (testimoni le fogliette) si dilegua ben tosto, levato il vetro dal bottone.

Usando poi in queste sperienze della cera lacca in luogo del vetro, se ne avranno gli stessi movimenti alle fogliette per l' atmosfera negativa della cera lacca.

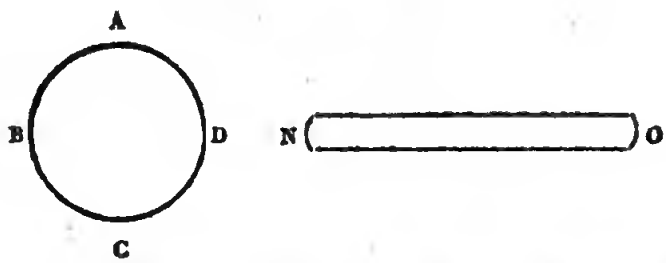
CASO II.

30. Sia il cilindro NO comunicante per un momento col suolo, e torni poscia isolato. Ecco i fenomeni che si osservano nel cilindro.

I. Il cilindro in ogni sua parte è realmente elettrizzato di elettricità *condotta*, o *di carica*, ma contraria a quella della palla.

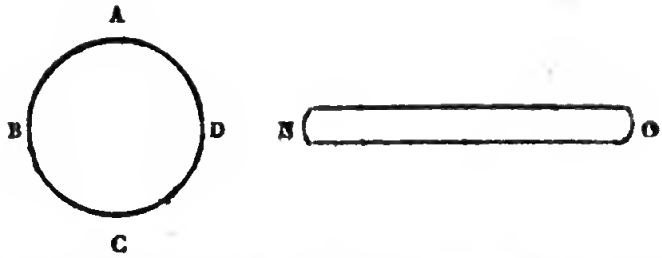
II. L'elettricità *di carica* del cilindro non si manifesta se non dopo aver tolta l'influenza della palla sopra di lui, o col rimettere la palla in istato naturale, o coll'allontanare dalla medesima il cilindro isolato.

Fig. 3.



31. Quanto al primo fenomeno; se la palla ABCD sia positiva, abbiam veduto nel primo caso (25.), che la sua atmosfera di pressione costringe il cilindro a sgravarsi di una porzione del suo elettrico naturale, la qual porzione, finchè il cilindro resta isolato, si accumula nelle parti del

Fig. 3.



medesimo più lontane dall'attrazione rispettiva della palla. Ma tosto che (in questo secondo caso) il cilindro comunica per un istante col suolo, la detta porzione del suo elettrico naturale va a disperdersi nel terreno, e perciò lascia il cilindro negativo in ogni sua parte.

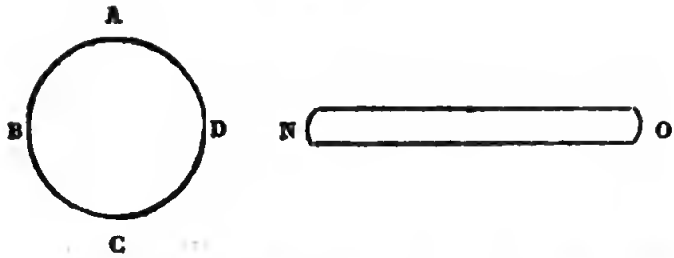
Per lo contrario, quando la palla ABCD è negativa, una porzione di elettrico naturale del cilindro si trasporta in verso la palla, e vien sostenuta nel cilindro dall'attrazion della palla medesima, restando negative le parti del cilindro più lontane da quell'attrazione. Queste adunque debbono assorbire l'elettrico del suolo all'atto che il cilindro si fa comunicare con lui. Per lo che il cilindro, dopo aver ricevuta questa giunta di elettrico dal suolo, contiene una maggior somma di elettrico che non porta lo stato suo naturale, e rendesi con ciò positivo in ogni sua parte.

32. Riguardo al secondo fenomeno; se per l'atmosfera positiva della palla il cilindro non può conservare tutta intera la dose del suo elettrico

naturale; e comunicando col suolo, cede a questo il soperchio che non può ritenere, resterà dunque al cilindro quel tanto di elettrico che si compete alla nuova sua diminuita capacità (25.). Ma quando un corpo contiene tanto elettrico quanto ne porta la sua capacità attuale (qual che ella sia, o naturale, o forzata), non risponde fenomeno, o segno elettrico (5.). Dunque il cilindro, quantunque abbia realmente perduto del suo elettrico naturale comunicando col suolo, tornando poscia isolato, non può dare alcun fenomeno o segno elettrico finchè continua ad operare in lui l'atmosfera positiva di pressione della palla. Tolta però l'influenza di questa, o col rimetterla in istato naturale scaricandola, o coll'allontanare dalla medesima il cilindro isolato, ritornando questo alla primiera sua naturale capacità, darà i fenomeni propri della perdita fatta, cioè dello stato suo negativo.

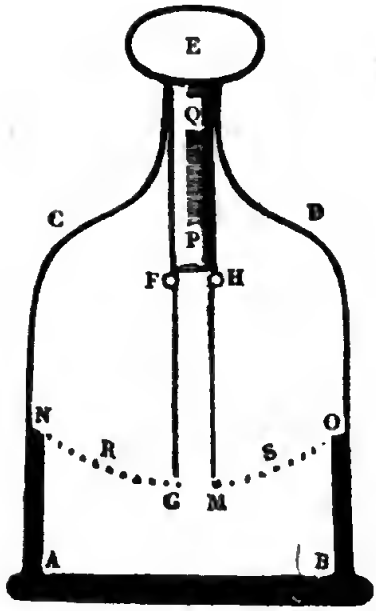
Così pure; quando la palla è negativa, allora il cilindro comunicando col suolo acquista una capacità di assorbire quindi nuovo elettrico (25.). Dunque il cilindro tornando isolato contiene tanto più di elettrico, quanto richiede l'aumento della sua capacità; nè può dare alcun segno dell'eccesso che in fatti acquistò (5.); ma lo darà soltanto, quando ritorni alla primiera sua capacità naturale col sottrargli l'influenza della palla nel modo già detto.

Fig. 3.



33. Quindi riman chiaro, che lo stato naturale de' corpi riguardo all'elettrico, altro è *reale*, o *vero*, ed altro *apparente*. *Reale* è quello di un corpo, che contiene tanto di elettrico di quanto egli è naturalmente capace; ed *apparente* quello di un corpo, che realmente contiene più o meno del suo elettrico naturale, ma nol dimostra a' corpi circonvicini con alcun segno, o fenomeno solito seguitare all'eccesso o al difetto, per essere la sua capacità altrettanto accresciuta, o diminuita dall'influenza di un'atmosfera elettrica di pressione; come appare dal secondo fenomeno di questo caso, nel quale vi saranno bensì degli effetti elettrici fra il cilindro NO, e la palla ABCD elettrizzati in opposito; ma nessuno infra il cilindro ed i corpi circostanti, che in istato naturale, e liberi dall'influenza della palla venissero ad esplorarlo.

Fig. 1.



34. Ed ecco le sperienze che mettono sott' occhio amendue i fenomeni di questo caso. Fate comunicare col suolo il bottone E dell' Elettrometro tenendovi sopra il dito di una mano, e coll' altra avvicinate un tubo di vetro elettrizzato per eccesso al bottone medesimo; le fogliette FG, HM non faranno alcun movimento: ma levate prima il dito dal bottone, e poscia il tubo; ed ecco le fogliette aprirsi tostamente per elettricità *condotta*, o *di carica*, ma però negativa, cioè contraria a quella del vetro. Adoperando poi la cera lacca negativa in luogo del vetro, resteranno aperte nella sperienza le fogliette per elettricità di carica

positiva, dopo aver rimossa dal bottone la cera lacca.

35. Questa sperienza è la prova del primo fenomeno. Imperciocchè l'elettricità positiva del vetro spinge l'elettrico naturale del bottone a passare per la via del dito, e del vostro corpo al terreno (31.); e però il bottone e le fogliette che formano con esso un conduttore continuato, sono divenute realmente negative. Ond'è che al ritirarsi prima del dito, poscia del tubo, debbono aprirsi, e restarsi aperte per elettricità *di carica* negativa. Al contrario, usando la cera lacca, la sua atmosfera negativa rende il bottone insieme e le fogliette capaci di assorbire nuovo elettrico dal terreno per via del dito (31.); levato il quale, e poscia la cera lacca dal bottone, avremo le fogliette aperte per elettricità *di carica* positiva.

Ho detto doversi ritirare dal bottone prima il dito, e indi il vetro, o la cera lacca, altrimenti il dito rimasto solo addosso il bottone, e comunicando col suolo, farebbe tornar le fogliette allo stato vero naturale (6. V.).

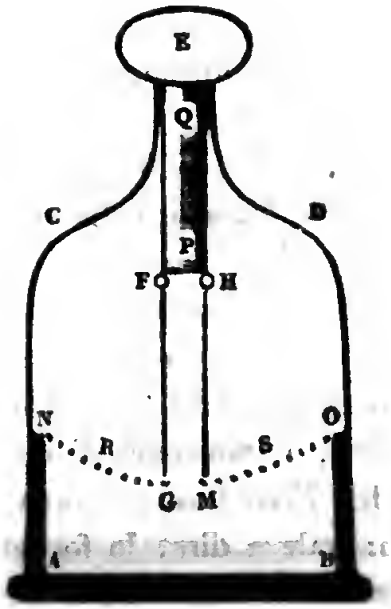
Si noti bene, che lo sperimento torna sempre il medesimo, eziandio se il vetro o la cera lacca tocchi il bottone insieme col dito; perciocchè, è ben vero, che e l'uno e l'altro di que' corpi isolanti, quando sia fortemente elettrizzato, perde della propria carica elettrica toc-

cando il bottone comunicante per via del dito col suolo, ma per la nota proprietà degli isolanti (6. IV.), sì il vetro, come la cera lacca conservano obbligato alla loro superficie tal residuo del loro elettrizzamento, che negano affatto di comunicare al bottone; e perciò questo residuo opera nel bottone e nelle fogliette colla sua atmosfera di pressione.

36. Ma se, levato il dito dal bottone, il vetro gli rimanesse tuttavia fermo addosso, le fogliette, al solo ritirarsi del dito, non danno alcun segno di aprirsi, e mostrano di essere ancora in istato naturale. Ecco l'altro fenomeno di questo secondo caso: vale a dire, le fogliette, levato il dito, sono realmente negative insieme col bottone; ma finchè dura la premente atmosfera positiva del vetro che sta sul bottone, le fogliette conservano uno *stato naturale apparente* (33.). Così pure, facendo l'esperienza colla cera lacca, che, levato il dito, resti sul bottone, le fogliette, sebbene in verità positive, non si aprono tuttavia, perchè mantenute in istato *naturale apparente* dall'atmosfera negativa della cera lacca.

37. Alla dottrina di questo secondo caso appartengono altri movimenti delle fogliette. Stropicciato fortemente con lana un tubo di vetro,

Fig. 1.

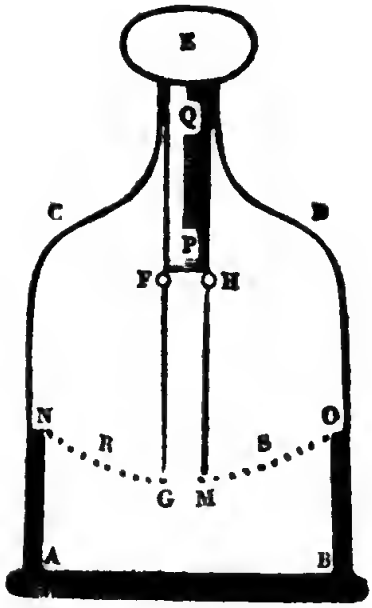


avvicinatelo lentamente al bottone E dell'Elettrometro (*Fig. 1.*), finchè o l'una o l'altra delle fogliette FG, HM aprendosi al possibile, vada a toccare la sommità N, od O delle due listerelle metalliche AN, BO. Dopo questo toccamento, fermandosi il tubo alla medesima distanza dal bottone, le fogliette si chiudono; ma non sì tosto allontanasi il tubo dal bottone, che quelle si riaprono, e rimangono aperte per elettricità di carica negativa. Ed eccone il perchè. Il vetro positivo avvicinato al bottone, altro non fa che spingere per via di pressione l'elettrico naturale del bottone E, non meno che dell'annessa verghetta

QP, e delle fogliette da lei pendenti nelle estremità di queste G ed M (29.). Quindi si aprono le fogliette per elettricità *indotta* positiva (27.): ma quando o l'una o l'altra delle due estremità G, M va a toccare la sommità N, od O comunicante col suolo per mezzo del piano AB, deono le fogliette per quella via sfogare nel suolo del loro elettrico naturale accumulato in G ed M. Dunque dopo il toccamento sono realmente negative, ma durando sul bottone l'atmosfera premente del vetro positivo, le foglictte (come è detto più volte) si mettono in istato naturale apparente, e però dopo il toccamento predetto si chiudono: ma tolta via l'atmosfera premente del tubo, allontanandolo dal bottone, ecco tosto le fogliette riaprirsi, e mostrare il vero stato in cui sono di carica negativa.

38. Nella qui addotta esperienza (37.) potrebbe avvenire, che allontanando il vetro dal bottone, le fogliette nel tornare ad aprirsi andassero a toccare una seconda volta le sommità N od O, dopo il qual secondo toccamento si chiudono interamente. Or così debbe essere e non altrimenti, perchè le fogliette al ritirarsi del vetro si aprono (come fu provato) per elettricità negativa. Adunque se in tale stato negativo vadano a comunicare col suolo, toccando i punti conduttori N od O, riceveranno dal suolo l' elettrico

Fig. 1.

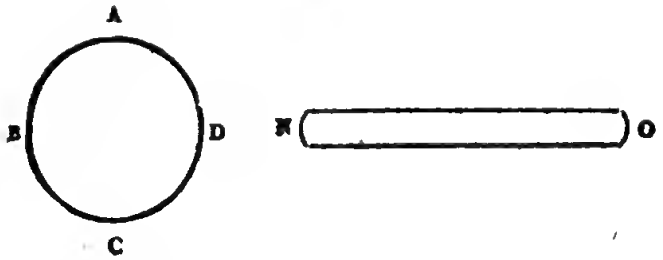


perduto nel primo toccamento; ed eccole perciò tornate al vero stato lor naturale.

Le fogliette avranno pure gli stessi movimenti usando nell'anzidetta sperienza della cera lacca negativa; ma in tal caso la prima loro apertura sarà per elettricità *indotta* negativa; e per elettricità *condotta* positiva la seconda apertura, dopo aver elleno toccato le sommità N od O, e ritirata la cera lacca dal bottone. La qual seconda apertura se mai portasse le fogliette a toccar nuovamente la sommità N od O, le farebbe tornare allo stato *vero* naturale.

CASO III.

Fig. 3.



39. Ma duri il cilindro NO di comunicare col suolo; ne avremo i seguenti fenomeni.

I. Lo stato del cilindro NO è *naturale apparente* (33.).

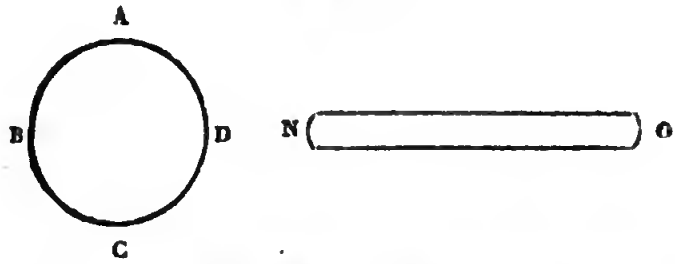
II. Tolta l'influenza della palla ABCD elettrizzata sul cilindro, ritorna questo allo stato *vero* naturale.

40. Il primo di questi fenomeni si spiega egualmente come nel secondo caso; avvegnachè, o sia istantanea la comunicazione del cilindro col suolo (come nel secondo caso), oppure continuata come in questo; il cilindro dee cedere al terreno del suo elettrico naturale, se la palla è positiva; o riceverne di nuovo dal terreno, se quella è negativa. Dunque il cilindro ha veramente uno stato negativo o positivo, senza però darne

alcun segno o fenomeno per l'influenza dell'atmosfera della palla come fu spiegato (32.).

Dunque in generale si abbia questa regola, *che avvicinando un conduttore comunicante col suolo ad un corpo elettrizzato, non può mai quel conduttore mantenersi in istato vero naturale, ma soltanto apparente.*

Fig. 3.



41. L'altro fenomeno conseguita naturalmente dal primo; poichè, rimessa la palla ABCD nel suo stato *vero naturale*, o tolta in qualunque modo l'influenza della sua atmosfera premente contra il cilindro, restando questo sempre comunicante col suolo, o riacquisterà dal suolo medesimo l'elettrico perduto per l'azione della palla positiva, o cederà al suolo l'elettrico quindi ricevuto per l'azione della palla negativa, e si rimetterà con ciò in istato *vero* naturale. Questo riflusso dell'elettrico dal suolo al cilindro, od e converso, dicesi il *contraccolpo elettrico*.

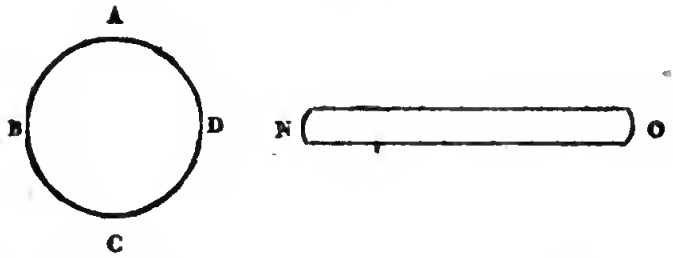
42. Non si può rendere più evidente il contraccolpo elettrico, che per opera di un ranoc-

chio decapitato di fresco, e spogliato della sua pelle e d' ogni viscera interna. Tenendo voi in mano penzolone l'animaletto così acconcio, anche a una distanza di due in tre piedi dal conduttore elettrizzato di una macchina elettrica, il vedrete guizzar tutto e sbattere fortemente le zampe allo scoppiare d' ogni scintilla dal conduttore; quantunque non v' abbia comunicazione di sorta fra il ranocchio e 'l conduttore. Ora ciascun guizzo del ranocchio viene dal contraccolpo elettrico; perciocchè l'atmosfera del conduttore (pognamolo positivo) spinge l'elettrico naturale del ranocchio per via del vostro corpo al terreno, e il fa negativo. Ma allo scoccar della scintilla, cessando a un tratto l'atmosfera premente del conduttore, l'elettrico ringorgando rapidamente dal suolo nell'animale, lo scuote a quel modo. Fu questa sperienza che diede occasione all' immortale Galvani di trovare poscia quella specie di fenomeni elettrici, detti dal suo nome Galvanici, che vedremo più avanti.

ARTICOLO II.

Dell' influenza scambievole di due atmosfere elettriche di pressione.

Fig. 3.



43. Per avere due atmosfere elettriche di pressione, che possano operare scambievolmente l'una nell'altra, è mestieri avvicinare fra loro due corpi elettrizzati; però sempre a tale distanza, che non abbia a scoppiare l'elettrico dall'un corpo nell'altro. Noi impertanto seguiremo a tenere in campo la palla ABCD, ed il cilindro NO (*Fig. 3.*), supponendoli amendue elettrizzati, prima con elettricità simili od omologhe, poscia con elettricità contrarie.

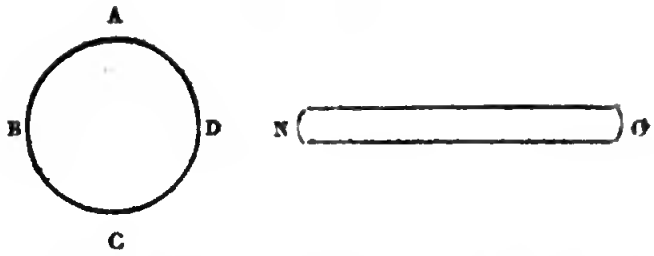
44. *Quando si affacciano l'uno all'altro due corpi similmente elettrizzati, l'azione scambievole delle atmosfere simili, fa crescere in entrambi la tensione elettrica.*

Ciò è facile a dimostrarsi per le cose dette nell'articolo precedente. Imperciocchè avvicinandosi la palla ABCD positiva al cilindro NO altresì positivo, l'elettrico naturale di questo, per la pressione dell'atmosfera positiva della palla, si sforza di uscire dal cilindro (25.); e perciò farà crescere nell'elettrico eccessivo del cilindro lo sforzo di propagarsi ne' corpi circostanti, cioè accrescerà la tensione positiva nel cilindro. Ma un simile sforzo dee soffrire pur anco l'elettrico naturale della palla ABCD, premuto dall'atmosfera positiva del cilindro NO. dunque la tension positiva dee crescere nella palla non meno che nel cilindro.

Così pure accostandosi la palla negativa al cilindro negativo, il residuo dell'elettrico naturale del cilindro (poichè l'elettrico naturale de' corpi non si scarica tutto affatto giammai) dee accorrere in N verso la palla, e parimenti l'elettrico naturale che resta della palla accorre in D verso il cilindro (25.): il che farà crescere sì nel cilindro, come nella palla, il bisogno o lo sforzo di accattare da' corpi circonvicini l'elettrico; cioè farà crescere in entrambi la tension negativa.

45. *Affacciandosi l'uno all'altro due corpi elettrizzati in opposito, l'azione scambievole delle atmosfere contrarie diminuisce in entrambi la tensione:* vale a dire; avvicinando la palla ABCD positiva al cilindro NO negativo, dee scemare nel-

Fig. 3.



la prima la tension positiva, e la negativa nel secondo. Così vuole l'attrazione scambievole fra il cilindro negativo e l'eccesso elettrico della palla: il quale accorrendo in D verso il cilindro, avrà universalmente uno sforzo minore di propagarsi negli altri corpi circostanti, cioè calerà nella palla la sua tension positiva. E similmente il cilindro negativo impiegando della sua forza attraente, per tirare e trattenere in D una porzione dell' eccesso della palla, avrà una forza minore per tirare a sè l'elettrico naturale de' corpi circostanti, cioè calerà nel cilindro la sua tension negativa.

46. E questo calo di tensione prodotto in amendue i corpi dalle atmosfere contrarie potrebbe giugnere a segno, da estinguere totalmente la tension positiva nella palla, e la negativa nel cilindro, recandoli amendue in istato naturale apparente.

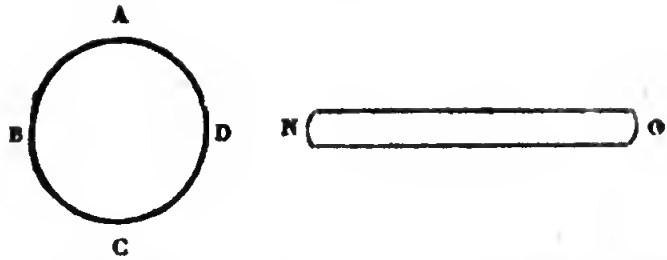
A far ciò basta, che l' eccesso della palla ABCD, e il difetto del cilindro NO colla loro di-

Digitized by Google

stanza ND, si corrispondano in modo, che tutta affatto l'attrazione assoluta del cilindro negativo sia consumata a tirare e trattenere in D tutto intero l'elettrico eccessivo della palla: allora certamente non resterà al cilindro alcuna forza per tirare a sè l'elettrico naturale da' corpi circostanti; nè alla palla rimarrà il minimo eccesso che tenti di propagarsi in altri corpi; cioè mancherà del tutto al cilindro la tension negativa, e la positiva alla palla. Così è: le due atmosfere contrarie di egual energia si tengono in collo tutte e due scambievolmente, e compensandosi l'una con l'altra per intero, amendue le azioni loro sono vicendevolmente equilibrate, e fanno apparire i due corpi in istato naturale, quantunque e la palla conservi interamente il suo eccesso, ed il cilindro tutto affatto il suo difetto.

47. Che se la forza di un'atmosfera superasse di molto l'altra contraria, la tension negativa del cilindro potrebbe cangiarsi in positiva, o la positiva della palla in negativa. Ciò avviene, quando l'eccesso della palla ABCD sia tanto, che premendo il residuo elettrico naturale del cilindro negativo nell' estremità O più lontana, questa riceva più elettrico di quello che le abbisogna per riacquistare lo stato naturale; allora certamente tutto l'elettrico che ivi sopravvanza tosto dee esercitare una tension positiva.

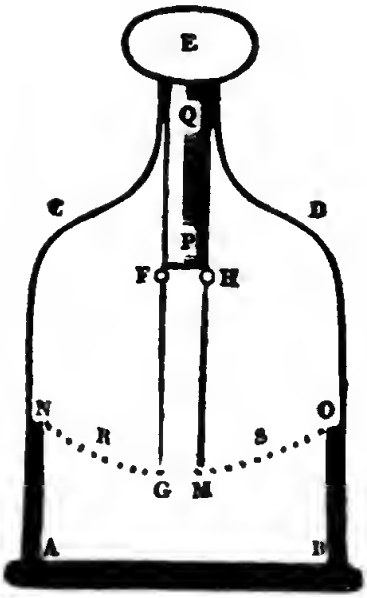
Fig. 3.



Similmente il cilindro NO potrebbe essere negativo a segno di tirare in D, non solo tutto l'eccesso elettrico della palla, ma una porzione ancora di elettrico naturale della medesima, la quale perciò darà subito il segno di tension negativa.

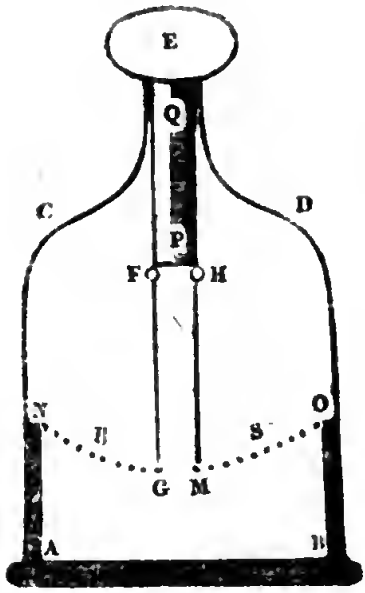
48. L'influenza scambievole delle atmosfere elettriche di pressione simili o contrarie, spiegata nel presente articolo, si è la vera causa del vario movimento che prendono le fogliette elettrizzate dell'Elettrometro per la vicinanza di un corpo, o similmente, o diversamente elettrizzato.

Fig. 1.



Supponiamo aperte le fogliette FG, HM (*Fig. 1.*) per elettricità di carica positiva; accostandosi allora al bottone E un corpo, qualunque, positivo (com'è il vetro liscio stropicciato sulla lana), le fogliette si allargano vie più. Questa maggior loro apertura non è già per nuovo elettrico eccessivo trasmesso dal tubo nel bottone, ma semplice effetto di due simili atmosfere, premendosi l'una l'altra: vale a dire, l'atmosfera positiva del tubo aumenta la tensione positiva delle fogliette, collo spingere dell'elettrico naturale del bottone nelle estremità loro G ed M. ond'è che allontanandosi il tubo dal bottone, ritorna al suo luo-

Fig. 1.



go quell'elettrico che la pressione del tubo aveva accumulato nelle estremità G ed M; e tornano quindi le fogliette all'apertura di prima.

Similmente l'apertura delle due fogliette negative si fa maggiore appressando al bottone la cera lacca negativa; non già per nuovo elettrico, che passi dalle fogliette alla cera lacca negativa, ma perchè un'altra porzione dell'elettrico naturale delle due estremità G ed M vien tirato su nel bottone E dall'atmosfera negativa della cera lacca: e quelle estremità rese quindi più negative, accrescono la loro tensione, per dover ritornare subito all'apertura o tensione di prima, scostata che siasi dal bottone la cera lacca (44.).

Per lo contrario, restando le fogliette aperte per *elettricità di carica* negativa, ed avvicinato al bottone il vetro positivo, elle si accostano fra loro sino a chiudersi interamente. E ciò non per elettrico, che dal vetro passi nelle fogliette a ristorare il loro difetto, ma per sola influenza di atmosfere contrarie: vale a dire, l'atmosfera positiva del vetro premendo dell'elettrico naturale che resta al bottone nelle estremità G ed M, le fa men negative, sino a ridurle in istato naturale apparente (46.).

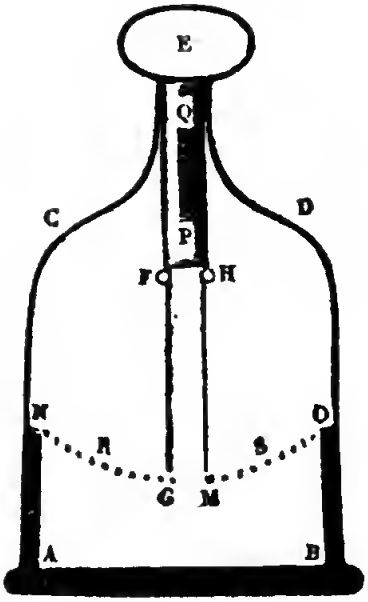
Che se l'atmosfera positiva del vetro fosse più efficace della negativa del bottone, è facile il vedere, come, avvicinando più e più il vetro al bottone, le fogliette, dopo essersi chiuse interamente, si apriranno di bel nuovo, ma per *elettricità positiva indotta* dal vetro; la cui atmosfera sempre più crescendo di forza secondo che al bottone si appressa, può spingere nelle estremità G ed M una quantità di elettrico naturale del bottone E, più di quello che basta per rimetter quelle estremità in istato naturale; onde il soprappiù che ricevono, le farà divergere insieme per elettricità positiva *indotta* dal vetro, e rimosso questo dal bottone, tornando ogni cosa allo stato di prima, resteranno aperte le fogliette per l'elettricità negativa che aveano da principio.

Lo stesso avviene nel caso che al bottone positivo si accosti la cera lacca, la cui atmosfera negativa sia più attuosa della positiva del bottone (47.).

49. Il calar della tensione elettrica in un corpo elettrizzato senza diminuzione alcuna della sua carica, avviene eziandio per sola la vicinanza di un conduttore specialmente non isolato. perciocchè, come si è veduto nel Caso III. dell'Articolo precedente, un tal conduttore non può conservarsi in istato vero naturale, ma realmente ha uno stato di elettricità contraria a quella del corpo elettrizzato cui si avvicina; e perciò avremo anche in tal caso l'effetto di due atmosfere contrarie. eccone la pruova semplicissima. Stando le fogliette dell'Elettrometro aperte per elettricità di carica, basta affacciare la palma della mano al piano del bottone E, per veder le fogliette ristringersi, e poi tornare aperte siccome prima, scostando la mano dal bottone. La mano dunque appressata al bottone fa scemar nelle fogliette la tensione senza sminuirne la carica; perchè la mano vicina al bottone elettrizzato, si elettrizza pur essa, ma in opposito al bottone, ed ecco nel bottone e nella mano due atmosfere contrarie.

Abbiasi dunque per regola generale, che un *conduttore comunicante col suolo, diminuisce mai sempre la tensione del corpo elettrizzato, a cui si*

Fig. 1.



avvicina entro i confini dell' atmosfera di pressione; e che non per tanto il corpo elettrizzato conserva tutta intera la sua carica.

50. Finalmente è da notarsi, che tutti gli effetti delle atmosfere elettriche di pressione debbono crescere maggiormente, non solo quanto più i corpi s'avvicinan fra loro entro i confini di quelle atmosfere (il che è per se stesso evidente), ma eziandio quanto sono più ampie le superficie che si guardano l'una l'altra: il che nasce dal maggior numero di punti, che allora possono operare gli uni sugli altri a uguali distanze.

Fig. 4.

Per vedere un esempio; abbiatevi due dischi metallici AB, CD (*Fig. 4.*) di quattro in cinque pollici di diametro; e posato uno di questi *e. g.* CD sul bottone dell'Elettrometro, elettrizzatelo a una tensione qualunque, che sarà misurata dall'apertura delle fogliette. Se a un qualche punto dello spigolo di questo disco voi accostate anche vicinissimo l'apice E di una punta metallica FE, o in luogo della punta lo spigolo dell'altro disco AB, le fogliette dell'Elettrometro mostrano appena di restringersi. Laddove appressando il disco AB, comunicante col suolo, all'altro CD faccia a faccia, come nella figura, la tensione incomincia a scemare a una distanza maggiore; e va calando a segno, per l'avvicinarsi di una faccia all'altra, che le fogliette ben presto si riducono allo stato naturale apparente.

CAPO III.

DELL' ATMOSFERA ELETTRICA ESPLOSIVA

51. I fenomeni dell'atmosfera elettrica esplosiva non possono mai avvenire senza diminuzione di carica nel corpo elettrizzato: e vuol dire, che in tai fenomeni l'elettrico passa realmente da un corpo all'altro; poichè il corpo elettrizzato, se è positivo, comunica ad altri corpi del suo elettrico eccessivo; o riceve del loro elettrico naturale, se è negativo.

52. Ed ecco la legge fondamentale di questi fenomeni. *L'elettrico passa da un corpo all'altro in ragione della maggior tensione che ha nel primo rispettivamente al secondo*. E a dir vero: dati due corpi similmente elettrizzati ad egual tensione, non v'ha ragione perchè l'elettrico debba passare dall'uno nell'altro; essendo ambedue in equilibrio rispettivo fra di sè, per l'uguaglianza della loro tensione.

Conseguentemente quando si elettrizza un corpo A, facendolo comunicare con altro B di già elettrizzato, l'elettrico dee passare dall'un corpo nell'altro, finchè venga ad ugual tensione in amendue: cioè, se il corpo B è positivo, ed A in istato naturale, passerà l'elettrico da B in A, e continuerà questo passaggio fino a che pel continuo scemarsi della tension positiva in B, ed accrescersi in A, pervenga ad ugual tensione positiva in ambedue, e ne risulti l'equilibrio rispettivo. Oppure, se il corpo B è negativo, ed A in istato naturale, passerà in vece tanto dell' elettrico naturale di A in B; finchè calando in B la tension negativa, ed accrescendosi in A, ne venga un equilibrio rispettivo da due eguali tensioni negative.

A guida di questa legge noi ci faremo a considerare il passaggio dell'elettrico.

I. Da un conduttore a un conduttore.

II. Da un conduttore a un isolante, o viceversa.

III. Da un conduttore a un semiconduttore, od a rovescio.

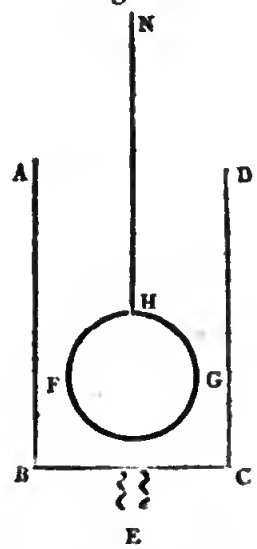
ARTICOLO I.

Passaggio dell' elettrico da un conduttore a un conduttore.

53. Quantunque l'elettrico passi liberamente per i corpi conduttori, tuttavia essendo questi ripieni dell'elettrico lor naturale, la corrente elettrica si fa strada per i medesimi collo smuovere e cacciarsi davanti il detto elettrico lor naturale. E già si è veduto, esser questo il primo effetto, che fa l'elettrico eccessivo di un corpo positivo colla sua atmosfera di pressione nell'elettrico naturale dei conduttori (25.). Quando voi, per esempio, accostate il dito al conduttore positivo della macchina elettrica, per cavare da questo la scintilla, non dovete già credere, che il dito si conservi in istato naturale. Il conduttore prima di vibrar la scintilla, ha già reso negativo il vostro dito comunicante colla terra, spingendo in essa dell'elettrico vostro naturale, onde la scintilla scoppia dal conduttore positivo al vostro dito, che divenuto negativo, ristora il suo difetto con questa scintilla. Se dunque la corrente elettrica, che tenta di passare in voi dal conduttore della macchina, trovasse per qualche causa, una

forza uguale e contraria alla sua nel vostro elettrico naturale; allora per la legge qui sopra enunziata (52.), voi non potreste già più ricever elettrico dal conduttore. Come ciò possa avvenire veggiamolo nelle belle sperienze del così detto *pozzo elettrico*.

Fig. 5.



54. Consiste questo pozzo in un cilindro di metallo vuoto ABCD (*Fig.* 5.), alto da quattro in cinque pollici, e largo due, il quale per una madrevite che ha nel centro E del suo fondo, si può innestare alla verghetta di un Elettrometro in luogo del bottone. La secchia poi di questo pozzo è una palla metallica FG di un mezzo pollice di diametro, sospesa ad un filo HN molto isolante, come sarebbe un filo di seta ben disec-

cata, o meglio di cera lacca molto più lungo dell'altezza AB del pozzo.

Elettrizzato il pozzo *e. g.* per eccesso, le fogliette dell'Elettrometro, perchè comunicanti col pozzo elettrizzato resteranno aperte, notando sull'arco graduato la quantità della tensione positiva. Preso quindi fra le dita il capo N del filo isolante, si cali giù nel pozzo la secchia FG, che è in istato naturale, avvertendo di tenerla distante egualmente dai labbri AD del pozzo. Discesa la secchia, come si vede nella figura, qualunque punto essa tocchi internamente del pozzo, o nel fondo BC, o nella estremità inferiore delle pareti AB, DC, le fogliette dell'Elettrometro si restano immobili nella stessa apertura; indizio evidente, che la secchia (comechè in istato naturale) toccando l'interno del pozzo, non riceve da lui il più piccolo elettrizzamento: il che prova, non essere avvenuto alcun passaggio di elettrico dal pozzo nella secchia. E per assicurarvene maggiormente, levate la secchia dal pozzo, sempre ponendo mente di non toccare con essa alcun punto del pozzo verso il suo margine; e la troverete al tutto in istato naturale, non mostrando essa alcun segno o fenomeno elettrico, all'Elettrometro più sdegnoso.

Ma se prima di levare la secchia dal pozzo, e non toccando essa internamente alcun punto del

medesimo, voi la toccate laggiù con un filo metallico non isolato, trattala fuori del pozzo, la vedrete elettrizzata in opposito al pozzo, cioè negativa.

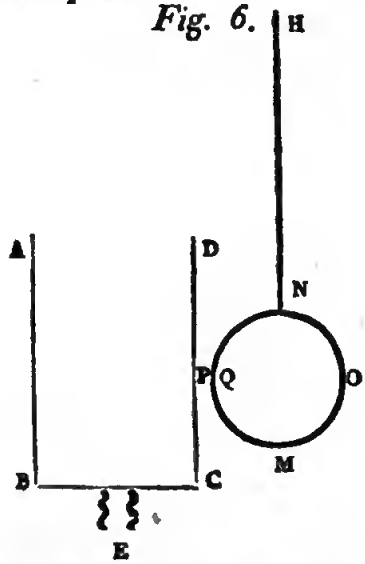
55. Che l'elettrico naturale della secchia affondata nel pozzo abbia a dispiegare nella medesima una tension positiva, ossia uno sforzo di uscire da qualunque suo punto, ciò è manifesto dal Caso I. delle atmosfere elettrice di pressione; nel quale si è veduto, che l'elettrico naturale di un conduttore isolato vien costretto dalla pressione di un'atmosfera positiva, ad accumularsi nelle parti più lontane da quella pressione. Ora la nostra secchia non pure si sta isolata nel pozzo, ma eziandio circondata d'ogni parte dalla pressione di atmosfere positive. e però l'elettrico suo naturale, che è sforzata a mandar fuori, non potendosi accumulare in una parte più che in altra, da ciascun punto della medesima dee forzare egualmente l'uscita. Ond'è che toccando la secchia laggiù nel pozzo col filo metallico non isolato, essa trasmette nel filo quell'elettrico suo naturale, che non può ritenere, e ne divien negativa.

Ma di più; quella tensione positiva dell'elettrico natural della secchia profondata nel pozzo, si mostra eguale affatto alla tensione positiva del pozzo; poichè se la secchia toccando il pozzo internamente, non riceve da lui alcun ato-

mo di carica positiva (54.), ciò vuol dire, che quanto è lo sforzo o tensione dell' elettrico eccessivo del pozzo per passar nella secchia, altrettanto è lo sforzo o tensione che gli oppone l' elettrico naturale della secchia divenutole eccessivo (52.).

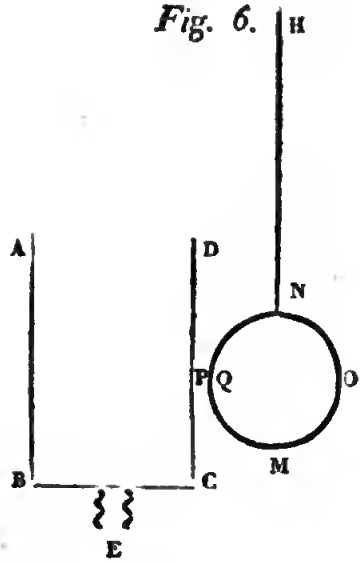
Così pure l' elettrico naturale della interna superficie del pozzo dee attuarsi con una tensione positiva eguale a quella del pozzo, essendo quella superficie, non altrimenti che la secchia, circondata da tutte parti dalla pressione delle atmosfere positive del pozzo.

Fig. 6.



56. Portate ora la secchia in istato naturale ed isolata come prima, a toccare fuori del pozzo qual punto volete meglio dell' esterna sua superficie, *e. g.* P (*Fig. 6.*); tosto a quel toccamento le fogliette dell' Elettrometro comunicanti col poz-

Fig. 6.



zo, si avvicinano alcun poco fra loro, e mostrano ch'esso ha perduto del suo elettrizzamento; cioè dicono un vero passaggio di elettrico dal pozzo alla secchia; la qual perciò si troverà elettrizzata per eccesso. Nella quale sperienza è troppo chiaro, che la secchia, avendo un gran numero di punti nell'emisfero MON non soggetti ad azione di atmosfere simili a quella che opera nel punto P del pozzo, dovrà l'elettrico naturale della secchia ritirarsi dall' emisfero NQM nell' altro MON, e cedere il posto all'elettrico eccessivo del pozzo, che si compartirà fra il pozzo e la secchia a ugual tensione.

57. Le addotte esperienze del pozzo elettrico ci mostrano ad evidenza, che la carica elettrica dei conduttori elettrizzati, tutta risiede nella ester-

na loro superficie, rimanendosi il loro interno in istato naturale. E a dir vero; come la secchia non ha potuto elettrizzarsi nell'interno del pozzo (54), così sarebbe avvenuto a due, a quattro, a tutte in somma le secchie, che potessero là dentro capire: il che torna a un medesimo, come se il pozzo fosse tutto pieno di materia conduttrice; cioè, se il cilindro ABCD fosse metallo tutto massiccio, nessun atomo metallico della massa interna sarebbesi giammai elettrizzato.

58. Per meglio chiarire questa verità, si ripetano due sperimenti del pozzo elettrico col seguente ordine. La secchia isolata, e in istato naturale tocchi prima l'esterna superficie del pozzo elettrizzato: per lo qual toccamento, come s'è veduto (56.), il pozzo comunica alla secchia del suo eccesso, e quindi sminuisce l'apertura delle fogliette. Indi calata la secchia così elettrizzata nel pozzo, appena essa lo tocca internamente, eccoti le fogliette riacquistare l'apertura di prima, e la secchia tratta fuori del pozzo, rimessa per intero in istato naturale. Il che viene a dire, che la secchia elettrizzata, toccando il pozzo internamente, gli restituisce tutto l'elettrico testè ricevuto, il qual passa all'esterna superficie, e la compensa di quella parte di elettrico che la secchia se ne avea portato, toccando il pozzo di fuori. Adunque la carica elettrica non può fermarsi nel-

la secchia che tocca il pozzo al di dentro, e nè meno nell'interna faccia delle pareti del pozzo; ma attraversando in certa guisa la loro grossezza, passa tutta fuor fuori a distendersi nella esterna lor superficie.

Nè la cosa può essere altramenti; perciocchè la secchia che discende nel pozzo elettrizzata per eccesso, oltre la tensione propria di questa sua carica positiva, acquista eziandio dalla pressione delle circostanti atmosfere del pozzo la tensione positiva del suo elettrico naturale veduta qui sopra (55.), che da se sola si pareggia con quella del pozzo. Dunque la secchia, per piccola che sia la carica con cui discende, avrà sempre un eccesso di tensione sopra quella del pozzo; e però la secchia toccandolo al di dentro, dee riversar nel medesimo qualunque suo eccesso.

Ma come la secchia, così la faccia interna del pozzo, ha l'elettrico suo naturale attuato con tensione uguale a quella della secchia (55.). Dunque la faccia interna del pozzo non potrebbe in sè ritenere l'eccesso ricevuto dalla secchia, se non col cedere altrettanto del suo naturalè alla faccia esterna del pozzo: vale a dire; quell'eccesso della secchia, prima d'entrare nella faccia interna, costringe colla sua pressione altrettanto elettrico naturale di questa faccia interna, a passar fuori nell'esterna superficie del pozzo; e poscia quel-

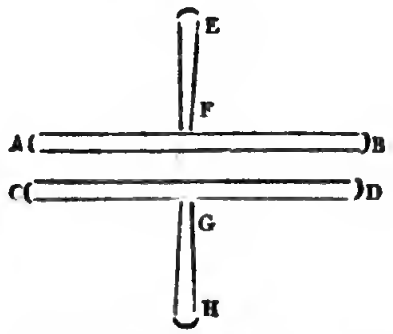
l'eccesso della secchia si sparge nella faccia interna, per compensarla di tal perdita: il che porta l'effetto medesimo, come se tutto l'eccesso della secchia venisse dirittamente dalla secchia a sfogarsi nell'esterna faccia del pozzo.

Il sin qui detto s'appartiene eziandio al pozzo elettrizzato per difetto; e collo stesso raziocinio fatto a rovescio sulle atmosfere negative, come pure coll'esperienza si troverà, che la secchia calando isolata, e in istato naturale nel pozzo negativo, non può cedere al pozzo da lei toccato del suo elettrico naturale; ma bensì acquisterà una tension negativa per l'azione delle atmosfere circostanti: onde toccandola col filo metallico non isolato, riceverà l'elettrico dal suolo, ed uscirà dal pozzo positiva. Similmente quando la secchia, rimessa in istato naturale tocchi il pozzo al di fuori, divien essa pur negativa; ma tornando dentro il pozzo così difettosa, e toccandolo, si rimette in istato naturale. Per lo che resta dimostrato, che la carica elettrica (sia positiva, o negativa) si diffonde nei conduttori in ragione della loro superficie, e non della massa, ossia in altre parole; *tanta è la capacità de' conduttori per la carica elettrica, quanta è la loro superficie.*

59. Non è però la sola diversità di superficie, che renda un conduttore più, o meno capace di carica. v'ha un altro modo di farlo, e questo

dedotto dalla teoria delle atmosfere di pressione, e dalla legge fondamentale di questo capitolo. Già s'è veduto, che un conduttore elettrizzato senza cangiar superficie, dee scemare in tensione, conservando tutta intera la sua carica, allora che gli si avvicina o un'atmosfera contraria (45.), oppure altro conduttore comunicante col suolo (49.). Ma dove è minor la tensione, ivi è maggiore la capacità per la carica (18.). Dunque il predetto conduttore elettrizzato, senza cangiar superficie, ma solamente per avvicinargli o un'atmosfera contraria, od altro conduttore non isolato, dee farsi più capace di carica.

Fig. 7.



60. Per vedere la cosa chiaramente, supponiamo il disco AB (*Fig. 7.*) elettrizzato al grado medesimo di tensione, che ha il conduttore della macchina elettrica. Certo è che tal disco AB toccando il detto conduttore, non può ricevere maggior carica elettrica, essendo uguale in ambedue

la tensione (52.). Ma se al disco AB tenuto pel suo manico isolante EF, si affacciasse l'altro CD elettrizzato in opposito, oppure comunicante col suolo; si affacciasse, dico, a tal distanza, che non possa l'elettrico passare da un disco all' altro; questo avvicinamento, per l'azione delle atmosfere contrarie, farà scemar la tensione nel disco AB, senza punto diminuire la sua carica (45.) (49). Dunque il disco AB avendo ora una tensione minore di quella del conduttore della macchina, potrà ricevere nuova carica di elettrico dal conduttore stesso, finchè la tensione in entrambi sia pareggiata (52.). Ecco cresciuta nel disco AB la capacità per la carica, senza aumentare la sua superficie.

61. Or questa capacità per la carica tanto più crescerà nel disco AB, quanto più gli sia avvicinato l'altro CD elettrizzato in opposito, o comunicante col suolo (50.). La qual vicinanza, come si è detto, non dee oltrepassare i confini dell'atmosfera di pressione, altrimenti accostandosi fino all'atmosfera esplosiva, l'elettrico scoppierebbe da un disco all'altro. Questo può avvenir facilmente, nel caso che fra i dischi non sia altro corpo isolante che l'aria; perchè l'elettrico può scintillando, attraversarne uno strato anche grosso. Ma non così, quando in luogo dell'aria vi sia un altro isolante insuperabile allo sforzo

che fu dimostrato nell'Articolo II. del Cap. precedente, sul crescere, o calare della tensione, deesi ora applicare, ma in senso contrario, alla capacità dei conduttori per la carica, e stabilire questa regola generale:

Che la capacità dei conduttori per la carica elettrica è bensì in ragione della loro superficie, ma si farà minore quella capacità quando la superficie abbia vicina un'atmosfera simile; e si farà maggiore per l'influenza di atmosfera contraria, oppure di altro conduttore non isolato.

Posta la qual regola, agevolmente s'intende, come più verghe metalliche, standosi parallele l'una all'altra, abbiano minor capacità per la carica, di quello che, poste per lo lungo l'una dopo l'altra, operando le atmosfere simili le une sulle altre con maggior numero di punti nel primo caso, che nel secondo (50). Per la stessa ragione, un conduttore grosso e corto è meno capace di carica, di un altro eguale in superficie, ma più lungo e sottile.

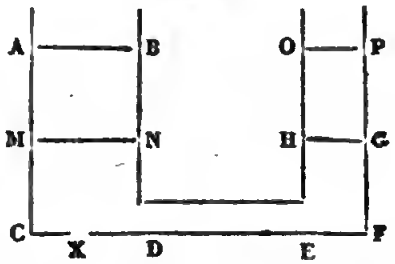
63. Qualunque però sia la capacità di un conduttore per la carica elettrica, può esso elettrizzarsi, o per toccare altro conduttore di già elettrizzato, o per trovarsi nell'atmosfera esplosiva di questo. Incominciando dal primo caso; l'elettrico dee allora passare da un conduttore all'altro, finchè la tensione in ambedue si pareggi, e questa eguaglianza può aversi in due modi. Il

primo fu già accennato di sopra (52.), ove supposto che il conduttore elettrizzante non possa ristorarsi di ciò che perde comunicando della sua carica ad un altro, la tensione in lui va scemando alla misura che cede; e crescendo la tensione nell'altro che riceve, si ferma in entrambi una tensione uguale, ma però minore di quella che avea il conduttore elettrizzante prima di cedere; e tanto minore, quanto è maggiore la capacità del conduttore che riceve (58.). L'altro modo s'appartiene a quel conduttore elettrizzante, nel quale si possa rifonder tutta la carica da lui ceduta ad un altro; ed allora amendue vengono alla medesima tensione che avea l'elettrizzante prima di cedere.

Per provare amendue questi modi, elettrizzate il conduttore della macchina elettrica, e fermato il disco, salite sullo scannello isolante, e toccate il conduttore. Per tal comunicazione l'elettrico passa dal conduttore nel vostro corpo, fino a tensione uguale in amendue; ma perchè il conduttore non può riacquistare quanto cede al vostro corpo, quella tensione uguale in amendue non può non essere minore di quella che avea il conduttore prima che lo toccaste. Ecco il primo modo di uguaglianza nella tensione. Ma se il vostro corpo restando in comunicazione col conduttore, si continui a girare il disco della macchina;

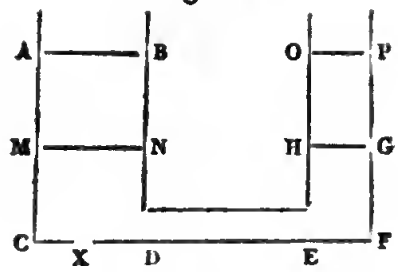
rimettendo questo nel conduttore tutte le sue perdite, dee allora il conduttore caricare il vostro corpo fino a tensione uguale alla sua, a quella cioè, alla quale il solo conduttore, pel continuo sfregarsi del disco, sarebbe venuto. E questo è il secondo modo, che dà uguaglianza di tensione.

Fig. 8.



64. Qui mi giova illustrare la cosa coll'esempio di un liquore, che per tubo o canale passi da un vaso in un altro. Se l'acqua contenuta nel vaso ACDB (*Fig. 8.*)all'altezza AC, passi nell'altro OEFP per lo tubo comunicante DE, dovrà certo abbassarsi nel primo, ed elevarsi nel secondo, fino ad altezze uguali *e. g.* MC, HE in amendue i vasi, le quali darebbono pressioni eguali nei punti C, F dei propri loro fondi: ma queste altezze MC, HE, e le pressioni che ne conseguitano, sarebbero al certo minori dell'altezza e pressione che si avea nel vaso ABDC, prima che questo cedesse all'altro dell'acqua. Questa comunicazione di acqua rappresenta il primo de' due modi, nel quale il conduttore elettrizzato cede por-

Fig. 8.



zione della sua carica ad un altro, senza potersi ristorare della sua perdita. Ma se il vaso ABDC, avendo l'acqua all'altezza AC, abbia eziandio una sorgente di acqua sempre viva e perenne, che rimetta in lui tutta l'acqua che perde, ognun vede, che allora il vaso ABCD darà all'altro OEFP tutta l'acqua bastevole per riempirlo ad un'altezza OE, eguale all'altezza AC, cioè a quella, che il vaso ABCD avea anche prima di cedere all'altro la propria acqua. E ciò rassomiglia alla uguaglianza di tensione elettrica del secondo modo, nel quale un conduttore che riceve incessantemente l'elettrico da una sorgente perenne di carica (qual è il conduttore della macchina elettrica, che si elettrizza pel continuo girare del disco), dee caricare altri conduttori che lo toccano alla tensione medesima, che avrebbe egli da se solo.

65. Ma è da notare, che l'esempio addotto dell'acqua, non risponde in ogni sua parte all'opera del comunicare l'elettrico: conciossiachè nel secondo modo (cioè quando l' acqua del vaso

ABCD vien da una sorgente sempre viva e perenne), si potrebbe per un foro X fatto nel fondo del vaso, dare sfogo all'acqua, e riempirne altro vaso sottoposto, più largo e più alto del vaso ABCD. Non così potrebbe farsi dell'elettrico, che essendo fluido senza peso sensibile (4.), non può darsi che discenda da un conduttore in un altro inferiore per ragion di gravità. L'elettrico in vece si diffonde egualmente per qualunque direzione da conduttore a conduttore per sola disuguaglianza di tensione: quindi il suo movimento si rassomiglia a quello dell'acqua nell'addotto esempio in ciò solamente; che come l'acqua passa da uno in altro vaso comunicante per sola diversità di altezza, così l'elettrico passa da un conduttore all'altro per sola differenza di tensione (52.). E come il vaso OEFP in ragione della sua capacità potrebbe contenere più o meno acqua dell'altro ABCD, col quale comunica, ma però l'altezza dell'acqua nel caso dell'equilibrio debb'essere la stessa in ambedue i vasi fra lor comunicanti; così pure il vostro corpo, od altro qualunque, che si elettrizza toccando il conduttore della macchina elettrizzato pel continuo girare del disco, potrà bensì in ragione della sua capacità ricever una carica elettrica, o maggiore, o minore di quella del conduttore; ma la tensione del vostro corpo, o di altro qualunque, non potrà soverchiare giam-

mai quella del conduttore, da cui riceve la carica.

66. Seguita il secondo caso, cioè del conduttore, che si elettrizza stando nell'atmosfera esplosiva di un altro di già elettrizzato. In tal circostanza l'elettrico non potrebbe giammai spingersi dall'un conduttore nell'altro, senza vincere l'opposizione dell'aria corpo isolante, che s'interpone fra i due conduttori. Ed in fatti per quanto sia piccola la distanza fra loro, e quindi sottilissimo il velo d'aria che li divide, si vede sempre l'elettrico scoppiare e scintillar vivamente in quel brevissimo intervallo. Ora lo scoppio è cagionato dal colpo che l'elettrico vibra nell'aria interposta per isgombrarne la via, ed aver libero il passo: la scintilla poi è un ammasso di luce e calorico spremuti fuor dall'elettrico nell'atto che si condensa per romper l'ostacolo dell'aria; non altrimenti, che l'acqua schizza fuori dalla spugna compressa. E però ove la tensione dell'elettrico, che tenta il passaggio da un conduttore all'altro, sia molto debole, un velo d'aria il più sottile, un conduttore interposto, che non sia degli ottimi, sono ostacoli sempre bastanti a frenare il suo corso, e ad impedire la perfetta uguaglianza di tensione fra i due conduttori.

Così pure, se voi salito sullo scannello isolante, accostate la mano al conduttore della mac-

china elettrica, quanto basta per trarre da questo la scintilla, fermando poscia la mano a quella distanza, non ne potete ricever più altre, quantunque si rinnovi nel conduttore la tensione di prima col girare del disco. Imperciocchè la mano insieme al vostro corpo acquistò per quella scintilla ricevuta una tension positiva, che fa minore la differenza fra la tension del conduttore e la vostra: quindi l' eccesso che rimane al conduttore non può squarciare uno strato d'aria così lungo come prima, e voi dovete portare la mano ben più vicina al conduttore, per cavarne una seconda scintilla. Dite lo stesso per una terza, o una quarta ecc. ed in fine voi non potrete, se non toccando il conduttore, acquistar mai una tensione perfettamente uguale alla sua.

67. Il passaggio dunque dell' elettrico per una serie di conduttori interrotti dall'aria, non può accadere mai senza scoppio e scintilla a ciascuna interruzione. Ond' è, che incollando sopra una lastra di cristallo vicinissimo l'uno all'altro dei pezzetti metallici, e disposti per forma, che disegnino un fiore, una prospettiva, un animale ecc., l' elettrico, passando rapidamente per questo compartimento di conduttori, e scintillando a ciascuna loro divisione, tutto illumina vagamente quel disegno.

Quando poi tra un conduttore e l'altro l'aria siasi molto diradata, ne debbono seguire due

effetti: I., che resistendo meno quell'aria al passaggio dell'elettrico, potrà esso attraversarne uno strato più lungo. II., che condensandosi ben poco l'elettrico per superare un ostacolo così debole, sprigionerà altresì poca luce e calorico. Da ciò hanno origine le bellissime sperienze elettriche nel vuoto Boileano, nelle quali al bujo oscurissimo vedesi l'elettrico lampeggiare fra una palla metallica posta sotto l'interna volta della campana vuota d'aria, ed il piatto della macchina pneumatica, e brillare e discorrere in vaghissima forma di pioggie, o fontane di luce.

68. Ma tornando alla scintilla elettrica, che vibrasi da un conduttore all'altro in piena aria; primieramente la lunghezza di tal scintilla debb'essere proporzionale alla tensione elettrica del conduttore elettrizzato; che quanto è maggior la tensione, maggior tratto d'aria può esser vinto dall'elettrico; e quindi la scintilla scoppiando a maggior distanza, indicherà colla sua lunghezza la tensione.

Intendesi qui per la lunghezza della scintilla la via più breve, cioè la linea retta trascorsa dall'elettrico nel passare per l'aria da un conduttore all'altro (amendue di forma rotonda per le ragioni che vedremo più avanti); la qual retta linea rassembra un tratto continuo di luce per la somma velocità dell'elettrico nel trapassarla; alla

stessa guisa, che un tizzone acceso, fatto girar velocemente, dà vista di un cerchio non interrotto di luce. Per lo che, come la tensione elettrica, così la lunghezza della scintilla soggiace alle stesse regole (18.); vale a dire:

I. Finchè il conduttore conserva la stessa capacità per la carica elettrica, la lunghezza della scintilla è proporzionale alla carica del medesimo.

II. Due conduttori diversi di capacità per la carica, debbono avere una carica proporzionale alla loro capacità, per dare sì l' uno come l'altro una egualmente lunga scintilla: quella però del conduttor più capace, debb'essere scintilla più grossa, perchè formata da maggior copia di elettrico che si scarica; quindi più fragoroso il suo scoppio, più viva la luce, più intenso il calorico, e maggiori in somma tutti gli effetti che provengono da una scarica più ridondante di elettrico.

III. Se due conduttori diversi nella capacità abbiano una carica eguale, la lunghezza della scintilla sarà in ragione inversa della loro capacità.

69. In secondo luogo, non è da credere che la maggior, o minor copia dell'elettrico formator della scintilla, si scarichi tutta in un istante nel conduttor che la riceve, quantunque per la somma velocità del movimento così apparisca a' nostri sensi. L'elettrico è un fluido, e alla maniera degli altri fluidi il suo urto, od ingresso ne' cor-

pi, non può non essere successivo. Bensì lo scoppiar della scintilla è istantaneo, perchè cagionato dallo sforzo delle particelle elettriche, che fatto corpo vincono la resistenza dell' aria; ma rotto una volta l'ostacolo, ed aperta in certa guisa la via per l'aria, tira innanzi per essa la corrente elettrica; cioè una serie di particelle elettriche, che l'une l'altre premendo, entrano rapidamente, ma però successivamente da un conduttore nell'altro. Allora dunque che colla mano, od altro conduttore si tocca un altro di già elettrizzato, per trarre da questo la scintilla, quel toccamento, per quanto sia rapido, dura però un qualche tempo, il quale comechè impercettibile a' nostri sensi, e da essi riputato un istante, tuttavia è sempre una somma di altri momenti via più minuti; ed appunto in una porzione di questi momenti (più o men grande, secondo la copia dell' elettrico) si compie la scarica della corrente elettrica sprigionata nella scintilla.

70. In terzo luogo finalmente: se l'uno dei due conduttori abbia una figura acuminata, il passaggio dell'elettrico nell'entrare, od uscire per la punta si fa in modo speciale.

I. Una punta metallica avvicinata a un corpo elettrizzato, riceve o trasmette l'elettrico a una distanza molto maggiore, di quel che una palla od altro conduttore di figura piana. Così pure una

punta che sporge fuori da un conduttore elettrizzato, ne promove la scarica più agevolmente di una palla messa in luogo della punta. Ond'è, che il conduttore della macchina elettrica si fa terminare in una o più punte acutissime, là dove riceve l'elettrico dal disco di vetro confricato; ma nel rimanente si fa in ogni sua parte levigato e rotondo per frenare la dispersione della carica ricevuta.

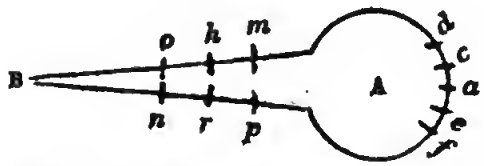
II. L'elettrico entra, od esce per la punta senza scoppio nè scintilla, ma tutto al più con lieve sibilo, e sviluppando una luce visibile al bujo solamente.

71. Quanto al primo fenomeno, che un corpo elettrizzato debba comunicare della sua carica attraverso dell'aria più facilmente a una punta, di quello che a una palla, o conduttor piano, ce lo insegna la teoria delle atmosfere elettriche di pressione; la qual porta, che la tensione di un corpo elettrizzato tanto più va scemando, quanto è maggiore la superficie che a lui si avvicina di un conduttore non isolato (50.). Ma l'apice di una punta metallica è certamente una superficie minima. Dunque la tensione del corpo elettrizzato non dee patire che pochissima diminuzione per la vicinanza di quell'apice. E però l'elettrico potrà venire dal corpo elettrizzato all' apice della punta, o viceversa, attraversando uno strato an-

che lungo di aria, in ragione dello sforzo o tensione, che sussiste pressochè intera nel corpo elettrizzato. Per lo contrario affacciandosi a questo corpo un conduttore di figura piana, od anche il rotondo di grossa palla, che è superficie molto maggiore dell'apice di una punta, la tensione del corpo elettrizzato ne divien così debole, che la palla bisogna accostargli ben più della punta, per ricevere o trasmetter l'elettrico.

Oltre di che, la tensione del corpo elettrizzato ne produce per via di pressione un' altra simile nell' elettrico naturale dell'aria circostante (25.) e la punta, che non può sminuire gran fatto la tensione elettrica di quell'aria, potrà anche dall'aria stessa contigua al suo apice assorbire l'elettrico. Non così la grossa palla, o il conduttor piano, la cui maggior superficie affievolisce troppo più la tensione e del corpo elettrizzato, e dell'aria adjacente.

Fig. 9.



Ma la figura stessa della punta concorre all'effetto.

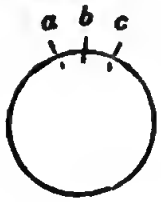
Il conduttore A (*Fig. 9.*) elettrizzato per eccesso, scarica assai meglio il suo elettrico per

la punta B, di quello che per la faccia rotonda *dcaef*; perciocchè le particelle elettriche *ohm*, *nrp*, e tutte l'altre residenti siccome queste lunghesso la punta, premono tutte con direzioni pressochè cospiranti la particella elettrica, che sta loro davanti sull'apice B della punta, e tutte insieme la sforzano a passare nell'aria contigua. Ma nella faccia rotonda, la pressione laterale delle particelle *cd*, *ef* contro la particella *a*, serve piuttosto a trattenerla.

Così pure, il conduttore A se sia negativo, tira a sè l'elettrico dall'aria contigua con maggior efficacia per la punta, che per la faccia rotonda; perchè l'attrazione del punto metallico B per l'elettrico dell'aria, vien ajutata dall'attrazione di tutti i punti metallici posteriori *ohm*, *nrp*, i quali tutti concorrono con l'azione del punto B, nel tirare l'elettrico dall'aria contigua all'apice B. ma quando cotesti punti metallici fossero adjacenti intorno al punto B nello stesso piano, come sono i punti *cd*, *ef* collaterali al punto *a*, l'attrazione di quei punti non è più cospirante siccome prima coll'attrazione del punto *a*.

72. L'altra proprietà delle punte, quella cioè di assorbire, o tramandare l'elettrico quasi in silenzio, e con pochissima luce, chiaramente si spiega paragonando la corrente elettrica, che si scarica da un conduttore in un altro distante

Fig. 10.



(amendue di forma rotonda), con quella che entra o esce per l'apice di una punta. Nella ottusa prominenza *abc* di una grossa palla (*Fig. 10.*), v'ha uno spazietto circolare di molti punti metallici *a*, *b*, *c*; i quali tutti si possono considerare come egualmente distanti da un conduttore elettrizzato, al qual si avvicini la detta prominenza. E perciò quando uno di codesti punti abbia forza bastante da scaricare il conduttore, debbono averla nello stesso tempo tutti gli altri dello spazietto egualmente. Dunque si debbono scaricare nello stesso tempo dal conduttore alla palla tante correnti elettriche, quanti sono i predetti punti metallici della palla. Ma quando una punta accosta il suo apice al conduttore elettrizzato, non vi può essere che una sola di quelle correnti dal conduttor all'apice, cioè un solo come filo sottilissimo di particelle elettriche, l' una dietro l'altra. Non è maraviglia dunque, che nel caso della palla molti fili elettrici, che insieme uniti si comprimono per vincer la resistenza dell'aria, abbiano a produrre uno scoppio con viva scintilla; e un solo filo elet-

trico nel caso della punta, non altro produca che un lieve sibilo con languidissima luce.

Diversa è poi la figura di questa luce, secondochè la punta o trasmette, o riceve l'elettrico. Nel primo caso (del trasmetter l'elettrico), esso spiccia fuori dalla punta sotto la forma di un cono di raggi, che divergono dalla punta nell'aria; il qual cono dicesi *fiocco*, o *pennacchio elettrico*. E questa forma dee prender naturalmente l'elettrico, a cagione della resistenza che incontra nell'aria all'uscir dalla punta; non altrimenti che un filo d'acqua, movendosi contro un vento di fronte, si sparpaglia e diverge in minutissimi fili. Nell'altro caso (del ricever l'elettrico); entrando questo nella punta, si fa veder in sull'apice di questa un punto luminoso, detto la *stelletta elettrica*; ed è un cono incomparabilmente più corto del primo, ma però più brillante. è *più corto*, perchè l'elettrico non può passare alla punta, se non dalle particelle d'aria più vicine all'apice della punta: *più brillante*, perchè formato dal concorso di più particelle elettriche che si raccolgono sul detto apice.

ARTICOLO II.

Passaggio dell' elettrico da un conduttore a un isolante, o viceversa.

73. Non potendo l'elettrico nè attraversare l'interiore sostanza degli isolanti, nè propagarsi liberamente per le loro superficie, è manifesto;

I. Che venendo l'elettrico da un conduttore a un isolante, potrà soltanto affiggersi alla superficie di questo, senza passare più addentro. se poi l'elettrico venga dall' isolante al conduttore, non potrà se non distaccarsi dalla superficie del primo.

II. Che a voler elettrizzare tutti i punti di una data superficie isolante, è mestieri, che tutti que' punti ne tocchino altrettanti di quel conduttore, che dà, o toglie l'elettrico alla superficie isolante. Ciò si fa coll'applicare a questa superficie una lamina metallica, elettrizzando la quale anche in un solo punto, l'elettrizzamento che si propaga a tutti gli altri della lamina, si comunica eziandio ad ogni punto sottoposto della superficie isolante.

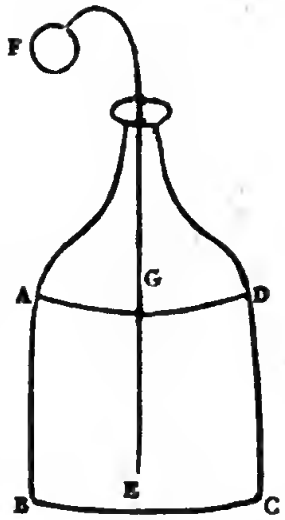
74. Sia dunque una lastra di vetro, che abbia e l'una e l'altra delle opposte sue superficie

coperta da un'ampia foglia metallica, o di carta argentata, o dorata. Queste due vesti metalliche diconsi *le armature* dell' isolante, le quali (posciachè non debbono comunicare fra loro), lasciano tutto all' intorno della lastra un margine di due in tre pollici affatto ignudo, e perciò isolante. Questo vetro così disposto chiamasi il *quadro magico*, o il *quadro di Franklin*.

Fig. 11.

La figura 11. lo rappresenta di costa. AB è la lastra di vetro: CD, e GH sono le due armature metalliche non comunicanti fra loro. Chiameremo col nome di *faccia isolante* quel tratto del vetro coperto da un'armatura CD, o GH.

Fig. 12.



Può servire allo stesso uso anche una bottiglia di vetro similmente armata, detta la *bottiglia di Leyden*. Si riempie l'interno di una bottiglia di cristallo, fino ad una certa altezza BA, (*Fig. 12.*) di limature metalliche; e l'esterna superficie ABCD, corrispondente a quell'altezza con tutto il fondo BC, si veste dell'anzidetta foglia metallica incollata. Un filo metallico FGE introdotto nella bottiglia, va a pescare coll'estremità sua inferiore GE entro le limature, e con l'altra sporgendo fuor dalla bocca della bottiglia, termina in una palla metallica F. Questo filo è il così detto *uncino*, o filo conduttore della bottiglia, e serve ad elettrizzare per comunicazione l'interna armatura delle bottiglie.

Coll' unire insieme più bottiglie così armate, per forma che tutte le loro interne armature, come altresì le esterne, sieno fra loro comunicanti, viensi a formare la *batteria elettrica*.

75. Ecco impertanto i fenomeni del quadro magico, o bottiglia di Leyden, e di qualunque altro isolante armato nel modo già descritto.

Fig, 11.

I. Volendosi dare ad una faccia isolante (*Fig. 11.*) tutta la carica elettrica di cui è capace, si fa comunicare la sua armatura, *e. g.* CD, col conduttore della macchina elettrica, e l'altra armatura opposta GH col suolo; ed elettrizzandosi il conduttore della macchina col girare del disco, si vien caricando eziandio la faccia isolante dell'armatura CD.

II. Caricato il quadro, si procede alla scarica del medesimo, facendo sì che le armature comunichino fra loro. vale a dire; preso un arco metallico, ciascun capo del quale termina in palla, e toccando con una delle palle l'armatura inferiore, e con l'altra palla, o capo dell' arco l'armatura superiore già elettrizzata, scoppia da questa alla palla avvicinata una grossa e fragorosa scintilla.

Fig. 11.

III. Se altri scarichi il quadro per mezzo del proprio corpo, cioè toccando con una mano l'armatura inferiore, e con l'altra la superiore, l'elettrico passando attraverso del corpo, ne scuote fortemente le braccia ed il petto.

76. Per dar la ragione del primo fenomeno, convien rifarsi a quanto fu detto nell' Articolo precedente (64.), de' due piani metallici, fra' quali fosse interposta una sottil laminetta isolante, ed insuperabile allo sforzo che fa l'elettrico, per passare da un disco all'altro. Si è veduto, che in tal circostanza cresce a dismisura la capacità per la carica in uno dei dischi, mentre l'altro comunica col terreno. Or eccoci appunto nel caso. Ecco la lamina isolante AB, che separa due piani metallici, vale a dire le due armature CD, GH. Adunque nè eziandio qui può essere comunicazione di elettrico fra un'armatura e l'altra; ma perchè l'inferiore GH comunica col suolo, mentre la superiore CD si elettrizza toccando il conduttore della macchina elettrica, l'inferiore per via di pressione acquista l'elettricità contraria; e per l'azione scambievole di due atmosfere contrarie, crescendo sempre più la capacità per la

carica nell'armatura superiore, dee questa ricever molto elettrico, prima di giugnere alla tensione, che avrebbe da se solo il conduttore della macchina. Quindi è, che sebbene il solo conduttore della macchina sia maggiore in superficie dell'armatura CD, tuttavia vi vogliono assai più giri del disco per caricare l'armatura CD, mentre l'altra GH comunica col suolo; di quello che per caricare il solo conduttore al grado massimo di tensione che può dare la macchina.

E quello che si è detto delle due armature, dicasi egualmente delle rispettive loro faccie isolanti; cioè che la faccia isolante superiore acquista insieme colla sua armatura CD un aumento di capacità per la carica, mentre la faccia isolante inferiore GH si fa comunicare col suolo. Ciò è vero mai sempre, supposto che le faccie isolanti si elettrizzino pel loro contatto con le armature. Ma anche supposte le faccie isolanti di tal natura, che malgrado dell'esser toccate dall'armatura, ricusassero al tutto di elettrizzarsi, le due sole armature darebbero egualmente gli stessi fenomeni; perciocchè il tutto qui dipende, e dalla somma vicinanza di due conduttori, che sono le due armature, una delle quali si elettrizza, mentre l'altra comunica col suolo; e dal non poter l'elettrico passare da un'armatura all'altra; il qual passaggio viene impedito dalla grossezza

Fig. 11.

della lamina AB isolante, o questa si elettrizzi nelle sue faccie, o no. Noi però supporremo ciò che addiviene comunemente, elettrizzarsi eziandio le faccie isolanti, secondo lo stato delle rispettive loro armature.

77. Dall'esposta dottrina ne conseguita,

I. Che caricato il quadro, tanto è l'eccesso di elettrico acquistato da una sua faccia isolante, quanto è l'elettrico naturale perduto dalla faccia opposta; essendosi veduto, che intanto cresce la capacità per la carica in una faccia, in quanto che l'altra comunicando col suolo, si elettrizza in opposito. E però non si potrà aver mai la carica propria del quadro, o positiva, o negativa in una faccia, se l'altra opposta, o comunicando col suolo, o in altro modo non si renda al rovescio o negativa, o positiva altrettanto.

Ho detto, *la carica propria del quadro:* imperciocchè, se mentre la faccia superiore si elettrizza, l'altra inferiore si rimanga isolata, la superiore acquista bensì una carica, ma quella soltanto che avrebbe l'armatura superiore da se sola, qualora ella sola comunicasse col conduttore della macchina: vale a dire; l'armatura superiore

CD verrebbe a caricarsi quanto porta la sua superficie, e nulla più: e questa sola sarebbe la carica comunicata dall'armatura CD alla sua faccia isolante. E perchè questa carica della faccia isolante superiore (se è positiva) preme l'elettrico naturale della faccia opposta inferiore GH; quindi è, che avvicinando il dito all'armatura inferiore GH isolata, scoppia da questa una scintilla, che è l'elettrico naturale di questa faccia inferiore, forzato dalla detta pressione a passare per via del dito al terreno, ed a lasciare perciò negativa questa faccia inferiore. E quando incomincia lo stato negativo della faccia inferiore, allora è che si aumenta d'altrettanto la capacità della faccia superiore per la carica; allora, cioè, incomincia *la carica propria del quadro*.

II. Essendo la capacità di una faccia isolante per la carica tanto maggiore, quanto ha più da vicino la faccia opposta comunicante col suolo, ognun vede, che nella costruzione dei quadri, o bottiglie di Leyden, bisogna attenersi ai vetri sottili, i quali però sieno ben puri e scevri affatto da gruppi terrosi, e d'altre materie, che potrebbono tradurre l'elettrico di una faccia all'altra, attraverso alla grossezza del vetro.

III. Nessun quadro, bottiglia di Leyden, o batteria, qualunque sia la sua capacità per la carica, potrà mai caricarsi a un grado di tensione

Fig, 11.

che superi quella del conduttore della macchina elettrica, o di quella qualunque siasi sorgente elettrica, da cui proviene la carica. Poichè dietro l'esempio soprallegato (65.), come la quantità d'acqua contenuta in vasi fra loro comunicanti, potrebbe esser diversa secondo la diversa loro capacità; ma però l'altezza dell'acqua è la medesima in ciascun vaso; così nelle bottiglie o batterie elettriche, la carica, cioè la quantità di elettrico, potrebbe essere di gran lunga maggiore che nel semplice conduttore della macchina elettrica, da cui proviene la loro carica; ma la tensione delle bottiglie o batterie non potrà superare giammai quella del conduttore che le ha caricate. Per lo che sì il conduttore, come la batteria con esso caricata, produrranno la stessa apertura nell'Elettrometro, e daranno la scintilla egualmente lunga: quella però delle bottiglie o batterie, supposte più capaci di carica del semplice conduttore, sarà più grossa, e fragorosa, e quindi più atta alla combustione ed ossidazione de' metalli, uccision d'animali ecc. (68. II.).

78. Seguita a spiegarsi il secondo fenomeno ch'è la scarica del quadro. Essendo una faccia

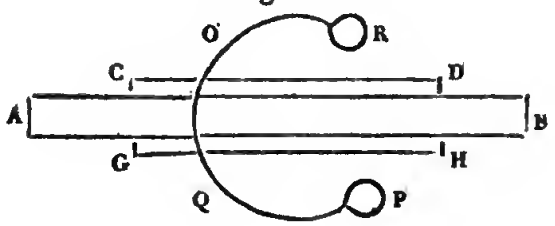
CD del quadro caricato altrettanto positiva, quanto è negativa l'opposta GH, il fenomeno della scarica sta in ciò, che la faccia positiva non può cedere del suo elettrico eccessivo, se non quando l'altra opposta negativa ne riceva altrettanto: e similmente questa faccia negativa non può ricever elettrico che ristori il suo difetto, se non quando l'opposta positiva cede altrettanto del suo eccesso. In prova di che, elettrizzate la faccia superiore CD per eccesso, e poscia, isolata l'opposta inferiore GH (che sarà altrettanto negativa), toccate pure colla mano od altro conduttore non isolato, l'armatura superiore CD; e non vedrete scoppiare da questa, che una piccola scintilla, cioè tanto elettrico eccessivo, quanto è il naturale, che l'armatura inferiore isolata può somministrare alla sua faccia isolante. Dopo di che, toccata e ritoccata l'armatura superiore, non dà più scintilla nè altro segno elettrico; e ricusa al tutto di rilasciare il suo eccesso, finchè l'opposta faccia negativa rimanendo isolata, non può ristorare il suo difetto. Così pure questa faccia inferiore che è negativa, quantunque per mezzo della sua armatura GH si faccia comunicare col suolo, non può tuttavia assorbire da questo l'elettrico di cui abbisogna, ma si resta egualmente negativa finchè dura l'eccesso nella faccia superiore positiva.

Fig. 11.

La qual renitenza nella faccia isolante di non cedere, o non ricever l'elettrico, se non quanto l'opposta faccia altrettanto ne acquisti, o ne perda, è conseguenza naturale di due atmosfere elettriche contrarie, e vicinissime l'una all'altra. Già si è veduto (46.), che per l'influenza scambievole di tali atmosfere, la tensione elettrica s'indebolisce a tal grado in due conduttori elettrizzati in opposito, da ridurli amendue in istato naturale apparente. E queste appunto sono le circostanze delle due faccie del quadro elettrizzate in opposito. L'attrazione che l'elettrico eccessivo della faccia CD esercita verso l'opposta faccia negativa GH, non permette a quell'elettrico eccessivo di fare il più piccolo sforzo verso CD, per quindi partire; essendo quello sforzo tutto diretto alla faccia sottoposta negativa GH, e da questa bilanciato. così pure questa faccia negativa GH, avendo tutta la sua attrazione occupata nel tirare verso di se medesima l' elettrico eccessivo della faccia superiore CD, non può dar segni all' armatura sua GH di volerne ricevere da'corpi circostanti. Dunque sì l' una come l' altra faccia isolante si

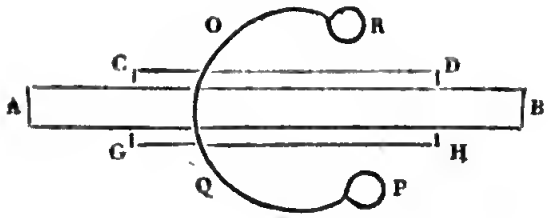
conserverà in istato naturale *apparente*; nè una potrà rimettersi in istato *vero* naturale, se non quando nello stesso tempo vi si rimetta anche l'altra.

Fig. 13.



79. Impertanto allora che si scarica il quadro con l'arco metallico ROQP (*Fig. 13.*), che mette in comunicazione fra loro le due armature CD, GH, non è da credere che la scarica si faccia per una sola corrente elettrica, la quale passi dalla faccia positiva CD nell'arco; e tragittandosi per questo, sgorghi poscia dalla palla P nell'armatura inferiore GH negativa. Se ciò fosse, in quel tempo che il detto elettrico eccessivo impiega a trascorrer tutto l'arco ROQP, mentre, cioè, questo elettrico si trova nell'arco, la faccia positiva CD avrebbe perduto il suo eccesso, senza che l'opposta negativa GH abbia ancora ristorato il suo difetto; il che non si accorda colla dottrina esposta qui sopra. Bisogna dire perciò, che quando l'elettrico eccessivo scoppia dalla faccia posi-

Fig. 13.



tiva CD nell'arco, in quell'istante medesimo la faccia opposta negativa GH riceva altrettanto elettrico dall'arco. Ora come può essere, che l'elettrico nel medesimo istante abbia a trovarsi, e scoppiare in due luoghi? Ciò veramente sarebbe impossibile, se lo volesse fare il medesimo elettrico; ma per la teoria delle atmosfere di pressione è facile il vedere, che l'elettrico ricevuto dalla faccia negativa GH nell'atto della scarica, non è propriamente l'elettrico eccessivo che parte dalla faccia positiva CD; ma è l'elettrico naturale dell'arco ROQP, che passa dall'arco nella faccia negativa CD, nel medesimo tempo, che la faccia positiva scarica il suo eccesso nell'arco. E ciò nella seguente maniera. Quando, appoggiata la palla P dell'arco all'armatura inferiore negativa GH, si avvicina l'altra palla R all'armatura superiore positiva CD, prima d'ogni cosa l'atmosfera premente di quest'armatura positiva fa ritirare l'elettrico naturale dell'arco dai punti ROQ, e lo

accumula nella palla P; ed allora solamente che questo elettrico naturale dell'arco passa dalla palla P nell'armatura contigua GH, in quell'istante medesimo altrettanto elettrico eccessivo della faccia superiore scoppia dall'armatura CD nella palla P; e propagandosi per l'arco, questo il riceve in compenso di quel suo naturale, che ha dovuto cedere all'armatura inferior negativa.

La scarica dunque del quadro, e così d'ogni vetro armato, si fa propriamente per due correnti elettriche simultanee. Una è dell'elettrico eccessivo, che passa dalla faccia positiva nell'arco. l'altra è dell'elettrico naturale dell'arco, che nello stesso tempo passa dall'arco nella faccia negativa. In questo modo le due faccie si rimettono contemporaneamente in istato naturale.

80. Veniamo finalmente al terzo fenomeno, cioè alla scossa, che provasi scaricando il quadro, o bottiglia di Leyden attraverso del proprio corpo. Questo effetto dell'elettrico negli animali viventi o morti di fresco, ci dimostra le loro fibre sommamente irritabili all'urto della corrente elettrica. E già un saggio ne diede la sperienza del contraccolpo elettrico, nella quale un ranocchio appena ucciso scuotesi fortemente per urto di tal corrente elettrica, che non potrebbe dar moto ad un filo sottilissimo di canape, a una cartolina, o a checchè altro di più mobile si mettesse in luogo dell'animale.

Ma per ben conoscere la maniera che tiene l'elettrico nel dare la scossa, e quindi spiegarla accuratamente nelle varie circostanze, è d'uopo il premettere, che gli organi animali non risentono giammai tutta l'impressione che può fare in essi un qualche agente, se quell'impressione non si continui per alcun tempo. Toccando voi rapidamente un ferro caldo, non v'accorgete nè meno del suo calore; ma toccandolo per alcuni istanti di seguito, può scottarvi le dita. E la ragione è, che sebbene l'impressione ricevuta in ciascun istante, fosse del tutto insensibile, pure quell'impressione non si estingue già subitamente, ma dura un qualche tempo; onde le impressioni de' primi istanti unendosi a quelle de' susseguenti, ne risulta una somma d'impressioni, che il senso apprende come se tutte insieme il venissero a colpire. Ora questo tempo necessario al ripetersi delle impressioni, che debbono poi dare la sensazione uguale alla loro somma, questo tempo, dico, non può essere lo stesso in ogni caso, ma più o men lungo, secondo le diverse qualità dell'agente e dell'organo. Nell'esempio addotto del ferro caldo, il tempo necessario al toccamento per aver tutta l'impressione di quel calore, potrebbe essere di due in tre minuti secondi; tempo abbastanza lungo per doversi estimare da' nostri sensi: ma in altre sensazioni, quel tempo esser potrebbe sì cor-

to, da doverlo riputar noi un istante. Il tizzone acceso, che girando attorno velocemente offre l'aspetto d' intero cerchio luminoso, impiega certamente qualche tempo nel descrivere un solo di quei circoli; ma questo tempo non dee oltrepassare alcuni minuti terzi; tempo brevissimo, che il senso giudica un batter d'occhio, un istante. E però basta uno sguardo anche il più rapido, per apprendere tutto intero quel cerchio di luce, cioè tutta la somma delle impressioni fatte dal tizzone successivamente in ciascun punto del circolo che descrive. La percezione adunque di quel cerchio luminoso esige un tempo realmente, ma sì corto, che il senso dee crederla istantanea.

81. Ciò premesso, essendo il corso dell'elettrico per le fibre animali rapidissimo bensì, ma però successivo (69), la scossa non può esser mai istantanea, se non a giudizio del senso. Voglio dire, che toccando voi la bottiglia di Leyden, o il quadro magico, per provocarne la scossa, quel toccamento vi sembra istantaneo, perchè è cortissimo il tempo che vi impiegate, ma realmente esige un tempo; e nella durata del medesimo, o di una sua porzione, voi ricevete dalla corrente elettrica una serie rapidissima di urti, ciascuno de' quali potrebbe essere affatto insensibile alla vostra fibra: ma replicandosi quegli urti l'un dopo l'altro, per tutti gli istanti di quel

brevissimo tempo, la fibra sente tutta intera l'impressione della loro somma, e ne riporta la scossa.

Per vederlo coll'esperienza; date due bottiglie, l'una delle quali sia cento volte più capace di carica dell'altra; si possono elettrizzare amendue a ugual tensione, ma sì debole, che la piccola bottiglia non dia veruna scossa sensibile, e fortissima si provi dalla bottiglia maggiore. E donde mai cotal differenza? non da altro certamente, se non perchè la bottiglia maggiore continua la serie de' suoi urti per un tempo più lungo. Di fatti, essendo ugual la tensione in amendue le bottiglie, dee la più grande contenere una carica proporzionale alla sua capacità (18); cioè una quantità di elettrico cento volte maggiore; e perciò vi vorrà eziandio cento volte più di tempo per iscaricarla compiutamente. Ponete ora che sia uguale il brevissimo tempo da voi speso nel toccare prima la piccola, poi la grande bottiglia, e dividete ciascuno dei due tempi in cento uguali porzioni, o tempuscoli; è certo che nel primo di questi cento tempuscoli, sì la piccola come la grande bottiglia trasfonde nel vostro corpo quantità eguale di elettrico; perchè, posta eguale la tensione in ambedue le bottiglie, dee sgorgare l'elettrico così dall'una, come dall'altra con pari velocità. Ma finito il primo dei cento tempuscoli, la piccola bottiglia ha già compiuta la sua scarica,

che si suppone incapace di scuotervi; laddove l'altra maggiore, replicando per altri novantanove tempuscoli altrettante scariche, la serie rapidissima di tutte le cento fa sentire alla fibra quell'urto, che non può darle una sola.

82. Da questo modo che adopera l'elettrico nello scuotere il corpo animale, ne viene,

I. *Che la forza della scossa è in ragione composta della quantità, e velocità dell'elettrico.* ciò vuol dire, che una bottiglia di Leyden elettrizzata, tanto più scuote, quanto è più capace di carica, ed è più alto il grado di tensione a cui fu caricata. Perciocchè quanto è più capace di carica, maggiore è la quantità di elettrico che somministra; e però (come si è veduto qui sopra) più lunga la continuazione de' suoi urti contro la fibra animale. Crescendo poi la tensione della bottiglia, cioè lo sforzo dell'elettrico per uscire dalla medesima, tanto più cresce la velocità della corrente elettrica: e però ciascuno di quegli urti riesce maggiore, perchè dato da maggior copia di elettrico, che in pari tempo trascorre per la fibra.

Volendosi impertanto una scossa uguale da due bottiglie diverse di capacità, si dovranno caricare a un grado di tensione, che sia in ragione inversa della loro capacità (18. III.). Nell'esempio soprallegato di due bottiglie, l'una delle quali è cento volte più capace dell'altra, bisognerà ca-

ricare la meno capace a una tensione cento volte maggiore dell'altra, avendosi allora la stessa carica in amendue, e quindi la stessa copia di elettrico che scuote. Ma quantunque in tal caso sì la grande, come la piccola bottiglia versi nel corpo animale la stessa copia di elettrico; tuttavia, dovendo essere la tensione della piccola bottiglia cento volte maggiore, dee scaricare altresì il suo elettrico con velocità altrettanto maggiore; e quindi la scossa da lei proveniente dee apprendersi, dirò così, più istantanea dell'altra. E per verità, ove le scosse delle due bottiglie sieno abbastanza forti da poterle paragonare l'una all'altra, si sente la scossa della bottiglia minore, molto più acuta e vibrata; e quella della bottiglia maggiore, più grave e profonda, e in certo modo, più prolungata, e diffusa più largamente nel corpo.

II. Dovendo l'elettrico replicare velocemente i suoi urti per produrre la scossa, egli è chiaro, che ove il corso dell'elettrico più e più si rallenti, la scossa verrà scemando sino a mancare del tutto. Voi potete, per esempio, ricevere impunemente nel vostro corpo tutta la scarica di una grande bottiglia, o batteria caricata eziandio al più alto grado di tensione, toccando la palla del suo uncino con un semiconduttore un po' lungo, cioè con un bastone di legno, un nastro di tela, o di carta; perchè l'elettrico non può sfogarsi

per questa spezie di corpi colla velocità necessaria alla scossa. E ciò riesce tanto meglio, quanto è più debole la tensione della bottiglia; bastando allora il più piccolo ostacolo a impedire il corso dell'elettrico (66.). Quindi per avere la scossa delle grandi bottiglie, o batterie caricate a un debolissimo grado di tensione, bisogna scaricarle con ottimi conduttori, che non si tocchino già in pochi punti come gli anelli di una catena metallica; ma sieno ben continuati da per tutto, per dare all'elettrico il più libero sfogo possibile.

Che anzi la resistenza fatta all'elettrico dalla cuticola, od epidermide, sostanza per se medesima isolante, che veste e ricuopre tutta la superficie del corpo animale, può impedir da se sola l'effetto della scossa. Potrebbe in fatti una grande batteria di trenta o quaranta piedi quadrati di faccia armata, aver una tensione insensibile al più squisito Elettrometro, e contenere tuttavia quanto basta di elettrico per dare la scossa. Ma con una tensione tanto esile, come potrebbe egli mai superare l'ostacolo dell'epidermide asciutta e attraversarla colla velocità necessaria alla scossa? Il perchè è mestieri in tal caso bagnarsi le mani con acqua, cioè umettare la loro epidermide, per farla più conduttrice, e poscia abbracciando con una mano l'esterna armatura, impugnare con l'altra una lastra, o tutto di metallo, e con esso toccare l'uncino per provare la scossa.

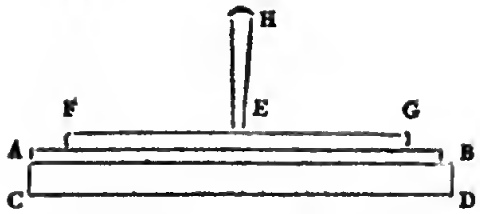
III. Quelle parti dell'animale, che l'elettrico trapassa più condensato, debbono risentire il maggior urto nella scossa; chiaro essendo, che ove la corrente elettrica più si ristrigne e condensa, ivi unisce una maggior somma di forze. Quindi è che colpisce più vivamente le giunture e articolazioni del corpo, dovendo quivi concentrare i suoi sforzi per vincer l'ostacolo che incontra nelle interruzioni delle ossa. Così pure, perchè la rana meglio si scuota nella sperienza del contraccolpo elettrico, ella si prepara in modo che l'elettrico abbia a ristringere il suo cammino per uno, o due cordoncini dell'animale, quali sono i nervi ischiatici, o crurali, che tengono le coscie sospese alle vertebre del dorso.

IV. Finalmente oltre i quadri e bottiglie di Leyden, qualunque conduttore elettrizzato può dare la scossa, quando esso pure nel brevissimo tempo che s'impiega toccandolo, abbia a versare nel corpo animale la quantità di elettrico a ciò necessaria. Cavando voi la scintilla col dito dal semplice conduttore di un'ordinaria macchina elettrica, la scossa vi sarà sensibile al dito solamente: ma se tre o quattro persone si elettrizzino insieme al conduttore, alla tensione medesima di prima; la scintilla che in voi si scaglia, o da una delle persone, o dal conduttore, vi scuote eziandio le braccia ed il petto: perciocchè in tal caso

la maggior copia di elettrico proporzionale alla maggior superficie delle persone aggiunte, vi replica un maggior numero di urti, al modo stesso già veduto nelle bottiglie. Dal che si scorge l'enorme capacità dei quadri, o bottiglie di Leyden per la carica elettrica; avendo provato l'esperienza, che una bottiglia con soli quattro pollici di superficie armata, contiene tanto elettrico, e scuote egualmente che un cilindro metallico lungo cento piedi, e grosso mezzo pollice, elettrizzato a ugual tensione della bottiglia.

83. L'altra proprietà degli isolanti, quella cioè di conservare molto aderente alla loro superficie l'elettrizzamento o positivo o negativo una volta acquistato, dà luogo ad altri fenomeni del quadro, nel caso che una delle sue armature si possa levar via isolata dal medesimo. E perchè le sostanze resinose sono fra gli isolanti le più tenaci nel mantenere elettrizzate le loro superficie, quindi si usa formare un quadro di resina con un' armatura mobile, detto *l' elettroforo perpetuo*.

Fig. 14.



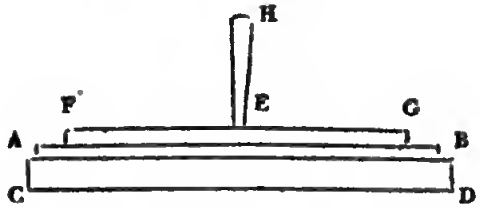
Nella *Fig. 14.* si rappresenta di taglio un suolo di resina o pece AB, portato da un piano metallico CD, che è l'armatura inferiore. FG è l'armatura superiore, detta *lo scudo* dell'elettroforo; e consiste in altro piano metallico un po' più piccolo dell'inferiore, ed armato di un manico isolante HE, impugnando il quale si solleva isolato lo scudo separandolo dalla sottoposta faccia resinosa AB.

Per tal costruzione è manifesto, che stando lo scudo FG posato sulla faccia resinosa AB, come nella figura, si può elettrizzare esso scudo, e con esso la faccia resinosa AB, facendolo comunicare col conduttore elettrizzato della macchina, mentre il piano inferiore CD comunica col suolo. Dopo ciò si potrà eziandio scaricar questo quadro al modo stesso e per le stesse ragioni, vedute poc'anzi nella carica e scarica degli altri quadri o bottiglie di Leyden. Fatta dunque la scarica per mezzo di un arco metallico, che mette in comunicazione il piano inferiore [illegible] lo scudo FG, il tutto qui sembra rimesso [illegible] stato naturale:

ma non è così altrimenti. Perciocchè alzato lo scudo FG pel suo manico isolante HE, si trova quello scudo sì fortemente elettrizzato, da vibrare una lunga scintilla. Riposto in appresso lo scudo FG sulla faccia resinosa AB, e rinnovata la comunicazione per mezzo dell'arco fra l'armatura inferiore e lo scudo, scoppia una seconda scarica, come se il quadro contenesse ancor viva interamente la prima carica; e poscia rialzato lo scudo FG, isolato come prima, eccoti da esso un'altra scintilla: e così seguitando, si avrà sempre nuova scarica dallo scudo FG rimesso sulla faccia resinosa, e nuova scintilla dallo scudo separato dalla detta faccia.

84. A spiegare questi fenomeni dell'elettroforo, basta il premettere la già detta proprietà degli isolanti; che cioè le loro superficie (specialmente delle resine) si ritengono aderente l'elettrizzamento una volta acquistato con tal forza, da non cederlo nemmeno ai conduttori elettrizzati in senso contrario che venissero a toccarle. Poniamo dunque, che la faccia resinosa AB sia stata elettrizzata per eccesso: allora quando si procede alla scarica, mettendo in comunicazione per mezzo dell'arco metallic l'armatura inferiore CD collo scudo FG, la scu ta che scoppia in questa scarica, non è già l' co eccessivo della faccia resinosa AB, che p i da questa allo scudo FG e

Fig. 14.



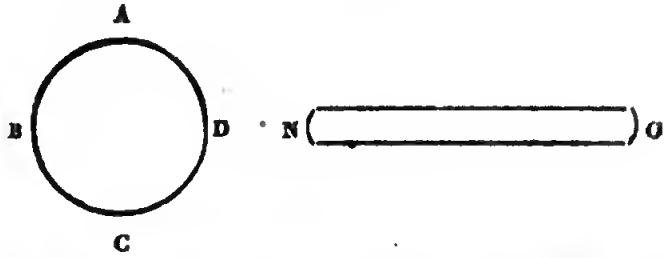
quindi nell'arco, perchè essa se lo ritiene tenacemente attaccato; ma quella scintilla della scarica è formata dall'elettrico naturale dello scudo: vale a dire, l'atmosfera positiva della faccia resinosa AB spingendo di sotto in su l'elettrico naturale dello scudo, sforza questo elettrico naturale a scoppiare dallo scudo nell'arco, nel mentre che altrettanto elettrico naturale dell'arco vien forzato dalla stessa atmosfera a passare dall'arco nella sottoposta armatura CD. E però fatta la scarica in tal guisa, la faccia resinosa si resta ancor positiva come prima, e lo scudo è reso negativo, e continua ad essere, sebben combaciato sulla faccia resinosa positiva; ricusando questa di dare la più piccola porzione del suo eccesso allo scudo. Ma questo, comechè negativo, tuttavia stando posato sulla faccia resinosa, apparisce in istato naturale, e ciò per l'influenza della vicinissima atmosfera positiva della faccia resinosa (46.). Se dunque lo scudo levato pel manico isolante, si allontani da quell'atmosfera positiva, darà tosto a conoscere il suo stato negativo, cavando una

scintilla dal dito, o da altro corpo comunicante col suolo. Questa scintilla rimette lo scudo in istato naturale; e perciò calandolo ancora sulla faccia resinosa positiva, e rinnovata la comunicazione fra l'armatura inferiore e lo scudo, si avrà una seconda scarica simile alla prima; la quale senza diminuire l'eccesso della faccia resinosa, farà di bel nuovo negativo lo scudo; ed a questo rialzato darà il dito una seconda scintilla, e così una terza, una quarta ecc. finchè la faccia resinosa non abbia a perdere per altre ragioni l'eccesso acquistato.

E se la faccia resinosa AB si fosse da principio elettrizzata per difetto, si produrrebbero gli stessi fenomeni, ma in senso contrario; cioè in tal caso, lo scudo posato sulla faccia resinosa negativa si farà positivo nella scarica; e sollevato dalla detta faccia, darà esso la scintilla al dito, o ad altro conduttore comunicante col suolo. Che anzi potendosi elettrizzare negativamente la faccia resinosa AB per via di sfregamento, non fa d'uopo di macchina elettrica per avere i fenomeni dell'Elettroforo. Basta percuotere, e stropicciar fortemente la detta faccia resinosa con pelle di lepre o coniglio, o con una stoffa di lana, od anche colla mano bene asciutta, a tosto eccitarsi l'elettricità negativa.

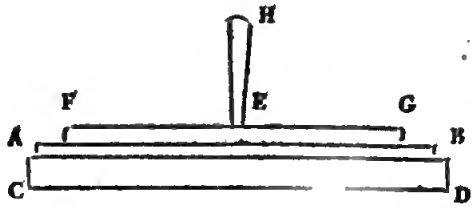
Vuolsi avvertire per ultimo, che lo scudo dell'Elettroforo opera allo stesso modo del cilindro NO nel caso II. dell'Atmosfera elettrica di pressione (30.).

Fig. 3.



Vale a dire, come questo cilindro NO (*Fig. 3.*) nell' atto che comunica col suolo si elettrizza in opposito alla palla ABCD di già elettrizzata; e tornando poscia isolato non dà alcun segno di quel suo elettrizzamento, se non col sottrarlo all'influenza della palla ABCD; così pure (*Fig. 14.*) si comporta lo scudo FG dell'Elettroforo rispetto alla faccia resinosa AB.

Fig. 14.



La differenza sta in ciò [illegible] il cilindro NO (*Fig. 3.*) per produrre i d[illegible] omeni, non dee avvicinarsi alla palla ABC[illegible] i confini del-

l'atmosfera di pressione di questa palla; altrimenti scoppierebbe l'elettrico nell'intervallo DN, che divide la palla dal cilindro; mentre lo scudo FG dell'Elettroforo va a toccare persino la faccia resinosa AB elettrizzata, senza pericolo di alcuno scoppio di elettrico fra essa faccia e lo scudo. E ciò, come si è detto (84.), per la tenacità con cui queste faccie resinose si ritengono aderente la carica elettrica, o positiva, o negativa una volta acquistata. Alla qual ragione l'altra pure si aggiunga, dell'essere lo scudo FG un piano, che affacciandosi con molta superficie ad altra simile, cioè alla faccia resinosa elettrizzata, è il meno atto a scaricarla, come insegna la teoria delle punte (71). Ond'è che la detta faccia resinosa perderebbe quasi affatto il suo elettrizzamento, spazzandola tutta con punte metalliche; ma coperta dal solo scudo eziandio comunicante col suolo, può conservare per anni ed anni tutta intera la sua carica. Perlochè meritamente si appella *Elettroforo perpetuo*: e l'ingegnoso Volta usò appunto della scintilla, che sempre scocca lo scudo rialzato, per accendere il gas idrogeno nella Lucerna che porta il suo nome.

ARTICOLO III.

Passaggio dell' elettrico da un conduttore a un semiconduttore, o viceversa.

85. Fu già notata a principio quella spezie di corpi intermedia fra i conduttori e gli isolanti; vale a dire i *semiconduttori*, *semicoibenti*, od anche *conduttori imperfetti*. Tali sono i marmi e legni asciutti, gl'incerati, ed anco i metalli coperti da sottilissimo strato di vernice isolante; per i quali corpi l' elettrico di tension debolissima o non passa in verun modo, o con molta difficoltà e lentezza. Vero è, che una corrente elettrica di molta copia e tensione, qual si ha dalla scarica di grandi bottiglie o batterie, va a forare persino la grossezza isolante di una lastra di vetro: onde lo stesso e più agevolmente potrà fare, attraversando un pezzo di legno, o un cartone asciutto. ma prescindendo da simili casi di scoppio e squarciamento de' corpi, vuolsi in questo articolo considerare il passaggio dell' elettrico per i corpi semiconduttori, senza che ne venga offesa in verun modo l'interna loro sostanza o continuità delle parti.

86. E primieramente, essendo varia la facoltà conduttrice di tai corpi semiconduttori, non tutti si trovano acconci all'effetto medesimo. A cagion d' esempio, si è veduto (81.), che la scossa del corpo animale dipende da una certa velocità, con cui l'elettrico va a replicare i suoi urti nella fibra. Dunque movendosi l'elettrico in alcuni semiconduttori, e non in altri, colla velocità necessaria alla scossa, questa avverrà nei primi e non nei secondi. Tutti i liquori in paragon dei metalli, sono conduttori imperfetti dell'elettrico; ma è ben diversa la facoltà conduttrice nei vari liquori. L'acqua acida o salina è più atta a questo uffizio dell'acqua pura; e però la stessa corrente elettrica potrebbe scuotere o no il vostro corpo, secondo la diversità dell'acqua che la conduce.

87. Oltre a ciò, la corrente elettrica affacciandosi ad un corpo semiconduttore, non può tutta avanzarsi nel medesimo pel sentiero più corto; ma è forzata a deviare da questo, e dividersi lateralmente, se vi è campo, in altri ed altri minutissimi rami. La prova di tal deviazione, o divisione della corrente elettrica nei semiconduttori, è il seguente sperimento. Riempite d'acqua un catino, e caricata una bottiglia di Leyden, impugnate colla mano destra il suo ventre od esterna armatura; e portate questa armatura a toccar l'a-

cqua del catino. Poscia, tuffata nell'acqua la mano sinistra rasente la sponda del catino, inclinate la bottiglia finchè la palla dell'uncino vada essa pure a toccar l'acqua. A quel tocco scoppia una scintilla, la bottiglia si scarica per un arco di acqua, e la mano immersa nell'acqua riceve una scossa. Caricata di nuovo la bottiglia, replicate la stessa esperienza, tuffando come prima la mano sinistra nell'acqua, ma giù per la sponda opposta del catino, e proverete ugualmente la scossa. Dunque la corrente elettrica, che sgorga dalla bottiglia e attraversa l'acqua, non procede già tutta ristretta per la via più breve, che dalla palla dell'uncino conduce per l'acqua all'esterna armatura; ma deviando a destra e a sinistra, si scompartisce e dirama in altre correnti, capaci di scuotere la mano in cui si abbattono.

Il qual effetto, cioè la scossa, che prova la mano posta fuori del sentier rettilineo, manca del tutto, quando il predetto sperimento si faccia col catino pieno di mercurio, oppure si scarichi la bottiglia sopra una lastra metallica, in luogo dell'acqua. Che anzi scaricando voi la bottiglia col tenere in mano un filo sottilissimo di metallo, il quale con l'un de'capi tocchi l'esterna armatura, e con l'altro che termina in palla, tocchi quella dell'uncino, non provate alcuna scossa; quantunque la mano toccando il filo, sia pur vicinissima alla corrente elettrica che passa per quel filo.

88. V'ha dunque differenza e molto notabile fra conduttori e semiconduttori nel trasmetter l'elettrico. I più eccellenti fra i primi, cioè i metalli, sebben ridotti a sottilissimo filo, nulladimeno tengono aperto all'elettrico un passaggio assai più libero dei secondi, quantunque più larghi. Nei primi la corrente elettrica procede innanzi tutta ristretta pel sentiero più corto; e possiamo raffigurarcela quasi una serie di particelle elettriche, che l' una l'altra inseguendo, passa rapidamente per un solo canal sottilissimo; e però non deviando mai lateralmente, la mano che impugna l'arco scaricatore della bottiglia, va immune dalla scossa. Ma nei conduttori imperfetti, la corrente elettrica non trova un canale sì sottile egualmente libero al suo corso; e impedita di progredire più innanzi pel sentier rettilineo, è forzata a ringorgare, e deviar dal medesimo, allargandosi divisa e suddivisa in tanti rami o fili, quanti abbisognano per isfogar la sua piena. Quindi, anche fuor del sentier rettilineo, assalta la mano e la scuote.

Da ciò ne conseguita,

I. Che il semiconduttore debb'essere più largo che lungo, per dare all' elettrico maggior campo di estendersi lateralmente, e tragittarsi per più canali in maggior copia. Quindi la scarica d'una bottiglia di Leyden, che prima d'entrare nel vostro corpo passa per uno strato assai largo di acqua,

potrà darvi la scossa; e non potrà poi darvela se quello strato di acqua sia egualmente lungo ma più ristretto e sottile.

II. Che il semiconduttore, per tradurre in gran copia l'elettrico, dee toccare col maggior numero possibile de' suoi punti quel corpo da cui riceve, o a cui trasmette l'elettrico, essendo quei punti di contatto altrettanti sifoni, che tramandan l'elettrico. Ecco il perchè nella sperienza sopraccitata (82. II.), a ricever la quantità di elettrico necessaria alla scossa da una grande bottiglia caricata a tension debolissima, sia d'uopo l'abbracciare colla mano umettata l'esterna armatura della bottiglia, e con l'altra mano impugnare un largo tubo metallico, che si porta a toccare l'uncino.

89. Fra' corpi semiconduttori si può noverare anche l'aria atmosferica, perciocchè i vapori, e le polveri in essa natanti trasmetton l'elettrico: e questa facoltà conduttrice dell'aria, che tanto influisce negli sperimenti elettrici, vuol essere qui partitamente conosciuta.

E primieramente, l'aria quantunque secca al massimo grado, non può mai fermare interamente l'elettrico che tende all'equilibrio; bastando le sole polveri di cui è sempre ripiena, per condurre a poco a poco l'elettrico da un corpo all'altro, e rimettere ogni cosa in equilibrio assoluto. Un corpo adunque elettrizzato, e circondato da un'a-

ria pure secchissima, si può rassomigliare ad un vaso pieno di acqua, che per un minutissimo foro del suo fondo si va lentamente votando. Così le fogliette di un Elettrometro aperte, in giornata la più secca, da una carica elettrica, sembrano al tutto immobili in quell'apertura; ma dopo alcune ore si trovano meno aperte di prima, e così a grado a grado dopo ore ed ore si vanno a chiudere totalmente. ove è da notarsi, che il calare di quell'apertura non procede di pari passo col tempo, ma è sempre più lento, a misura che si accosta al suo termine: vale a dire; il calo avvenuto nella prima ora è sempre maggiore di quello della seconda; ed in questa pure maggiore che nella terza, e così di seguito; il che debb'essere, e non altrimenti, qualor si consideri, che al calar di quella apertura, scema pur anco la tensione, o lo sforzo che fa l'elettrico di propagarsi per l'aria; appunto come nell'esempio addotto, l'acqua scolando dal piccolissimo foro del fondo, si abbassa nel vaso; e quindi via via scemando la pressione sul filo d'acqua che spiccia dal foro, più e più si rallenta lo sgorgo.

In secondo luogo, quanto è più umida l'aria che circonda il corpo elettrizzato, tanto più presto il farà tornare allo stato suo naturale, siccome il vaso d'acqua si vuota più presto, quanto è più largo il foro dell'uscita; sempre però nel mo-

do già detto, che cioè il calar della tensione nel corpo elettrizzato riesce più lento verso il suo fine. Tal si è l'influenza dell'aria nel corpo elettrizzato, quando il suo elettrizzamento diminuito dall'aria non sia in lui rimesso da altra causa.

Ma la cosa procede altrimenti, quando il corpo sia continuamente elettrizzato da una sorgente perenne di carica. Tal si è il conduttore della macchina elettrica, che si elettrizza pel continuo girare del disco, o il disco medesimo, che riceve incessantemente l'elettrico dai cuscinetti sui quali si sfrega. In tal caso *il corpo elettrizzato dee aver una tensione elettrica costante, finchè l'aria si conserva nel medesimo stato*.

A ben intendere la ragione di questa legge, prendiamo a considerare il disco di vetro della macchina elettrica. Questo disco, in forza del suo sfregamento sui cuscinetti, riceve da'medesimi in un dato tempo certa quantità di elettrico, ossia carica positiva, che niente affatto dipende dall'aria circostante più o men conduttrice, ma dalla qualità del vetro e dei cuscinetti, dalla forza ed ampiezza dello sfregamento, e da quelle altre circostanze, o disposizioni, che rendono una macchina elettrica più attiva di un'altra nell'aria medesima. Ed appena il disco, lasciati i cuscinetti, espone il suo elettrico eccessivo all'aria, dee passare dal disco nell'aria una porzione di quell'elettrico

eccessivo più o men grande, secondo che l'aria, per la sua diversa umidità, è più, o meno capace di mandarlo al terreno. Ciò posto; il disco non potrebbe mai acquistare la più piccola carica e tensione, se fin da principio non ricevesse dai cuscinetti maggior copia d'elettrico, di quello che in pari tempo si dissipa dal disco nell'aria. E per verità: qualora incominciandosi a girare il disco, la corrente elettrica che passa in lui dai cuscinetti in un dato tempo, avesse poi a trasfondersi in pari tempo dal disco nell'aria, sarebbe come una corrente d'acqua, che entrando in un vaso vóto, vi trovasse un cotal foro nel fondo, che tanta ne manda fuori del vaso, quanta ve n'entra. L'acqua al certo non potrebbe essere trattenuta nel vaso, nè dentro salirvi alla più piccola altezza. Come dunque per aver l'acqua un po' alta e ferma nel vaso, è mestieri che l'entrata sia maggior dell'uscita in pari tempo; così pure la quantità di elettrico, che fin da principio viene dai cuscinetti nel disco, dee vantaggiar quella che nello stesso tempo si scarica dal disco nell'aria, quando vogliasi nel disco una carica e tensione elettrica.

Adunque cotesta carica e tensione elettrica del disco verrà in lui crescendo, finchè riceve dai cuscinetti più elettrico di quello, che nello stesso tempo gli vien rapito dall'aria: ed allora sola-

mente la tensione del disco finirà di crescere e si rimarrà in istato, quando sia cresciuta di tanto, da far passare dal disco nell'aria una copia di elettrico eguale a quella, che il disco riceve in pari tempo dai cuscinetti. Imperciocchè, crescendo nel disco la tensione, cresce insieme lo sforzo del suo elettrico eccessivo, per propagarsi nell'aria: e però, quando per lo crescere della tensione venga a tale sforzo da scaricare nell'aria tanto elettrico, quanto in pari tempo il disco ne ritrae da' cuscinetti; la tensione del disco non potrà già più aumentarsi, per continuar che si faccia a fregarlo sui cuscinetti. L'acqua nell' addotta similitudine, entrando nel vaso in quantità maggiore di quella, che in pari tempo esce dal foro, dee innalzarsi dentro del vaso: ma al crescere di quell'altezza, cresce pur anco la pressione dell'acqua, che s'innalza su quella che esce dal foro; il che accelera via più lo sgorgo. Se dunque più e più crescendo l'altezza dell'acqua nel vaso, portasse tanta velocità nello sgorgo, che l'uscita si eguagliasse all'entrata in pari tempo; l'acqua allora finirebbe di alzarsi nel vaso: e continuando poi ad entrare ed uscire in quantità eguali, manterrebbesi tuttavia in un'altezza costante.

E quando anche si supponesse l'aria così isolante, da non poter essa trasmettere al suolo il più piccolo atomo di elettrico, non per questo la

tensione del disco pel continuo suo sfregare sui cuscinetti, si farebbe crescere all'infinito, ma verrebbe tuttavia a fermarsi in un certo grado, determinatogli da quella forza che ha il disco attualmente, di cavare una certa quantità di elettrico da' cuscinetti.

90. Mettiamo adesso, che mentre il nostro disco ha una certa tensione fermata, si cangi lo stato dell'aria, e divenuta più umida, sia più conduttrice dell'elettrico. Questo cangiamento nell'aria fa calare la detta tensione nel disco; non già perchè il disco riceva meno elettrico di prima dai cuscinetti, ma perchè l'aria più conduttrice gliene rapisce più di prima in pari tempo. Continuerà perciò a calare nel disco la tensione, finchè la sua perdita sia maggior dell'acquisto. ma questo calo avrà il suo termine; e la tensione del disco, anche in tal caso giugnerà a pigliar fermo stato. Imperciocchè al diminuirsi della tensione nel disco, cala eziandio nel suo elettrico lo sforzo di propagarsi per l'aria. Dunque indebolita la tensione del disco a segno, che tanto elettrico solamente passi nell'aria, quanto in pari tempo ne viene al disco dai cuscinetti, la tensione del disco in quel punto non potrà calare più oltre, e sarà al tutto fermata. Non altrimenti che l'acqua nel vaso predetto: se dopo aver in esso acquistata l'altezza costante, si allarghi il foro dell'uscita,

verrà tosto abbassandosi nel vaso; non perchè questo riceva meno acqua di prima, ma perchè il foro allargato ne sfoga più in pari tempo; e finchè continua un eccesso nell' uscita, l'acqua nel vaso a mano a mano s'abbassa. Ma appunto perchè si abbassa, preme anche meno sopra quella che esce dal foro, la quale perciò si rallenta. ora, quando si rallenti a segno di pareggiarsi con quella che entra nel vaso in pari tempo, l'acqua nel vaso cesserà di più abbassarsi, ma terrà una medesima altezza.

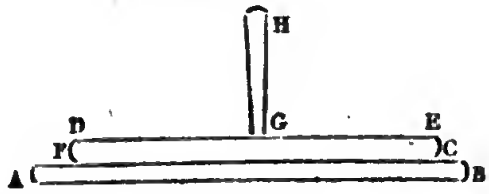
91. Adunque è dimostrato; che, *qualunque sia lo stato dell'aria, quando essa permette a un corpo di elettrizzarsi, e questo elettrizzamento provenga da una sorgente perenne di carica elettrica; quel corpo avrà bensì una tensione più o men grande, secondo il vario stato dell'aria, ma sempre costante, finchè l'aria si conserva nello stato medesimo*. A ben usare di questa regola, sia per esempio un corpo, che ad ogni minuto secondo acquisti un grado di tensione elettrica da una sorgente perenne di carica. Se l'aria ambiente quel corpo riceva dal medesimo un decimo di quel grado ad ogni minuto secondo; quel corpo acquisterà una tensione costante di dieci gradi e non più; perciocchè se la tensione, o sforzo di un solo grado di elettrico ottiene il passaggio per l'aria ad un decimo di grado in un minuto secon-

do, la tensione di dieci gradi, che è uno sforzo dieci volte maggiore, farà passare nell'aria nello stesso tempo dieci di que' decimi, cioè un grado intero, che è appunto quel tanto, che il corpo riceve in pari tempo dalla sorgente. e però, giunta che sia la tensione del corpo ai dieci gradi, non potrà crescer più oltre. E se l'aria divenuta più umida, rubasse al detto corpo il doppio di prima, cioè due decimi di grado ad ogni minuto secondo, la tensione del corpo calerebbe sino a' cinque gradi, e non più. Da ciò si vede, che l'umidità atmosferica rapisce più elettrico alle grandi tensioni, che alle piccole. Pognamo, che di due corpi elettrizzati in qualunque modo, l'uno abbia cento gradi, e l'altro dieci di tensione. Nel primo adunque vi è uno sforzo dieci volte maggiore che nel secondo, per comunicare della sua carica all'aria: e però, se divenuta questa più umida, il primo debba cederle dieci gradi della sua carica, l'altro ne cederà uno soltanto.

92. Ma vegnamo finalmente alla qualità più pregevole dei conduttori imperfetti; ed è quella di dar un atto di vita sensibile ad un'elettricità insensibile, cioè d'una tensione così debole, che non possa dare alcun moto alle fogliette dell'Elettrometro il più dilicato. Questo è lo scopo dell'istrumento, nominato il *Condensatore elettrico*; trovato ammirabile dell'immortal Volta, nelle cui

manii diventò poscia creatore di nuova scienza sull'elettrico.

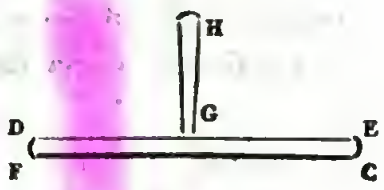
Fig. 15.



AB (*Fig. 15.*) è un piano semiconduttore, cioè un marmo asciutto, una tela, o seta incerata, od anche una lastra metallica, coperta di una sottilissima mano di vernice isolante ben diseccata. Su questo piano AB sta combaciato un piano metallico DECF, detto *il collettore*, armato del manico isolante GH. La faccia FC del collettore, e l'altra pure del piano AB sieno levigate per forma, che si tocchino l'una l'altra nel maggior numero possibile di punti. Ora il credereste? Quest'ordigno così semplice è un cotal vero microscopio elettrico, che aumentando a cento tanti una tensione elettrica impercettibile, la ingrandisce in maniera, da produrre i segni elettrici di attrazione, ripulsione, e scintilla. Ne volete una prova? Dopo avere scaricata [illegible] bottiglia di Leyden a segno, che l'uncino [illegible] toccando il bottone dell'Elettrometro, non [illegible] atto ad aprirne le fogliette, voi direste, [illegible] bottiglia fu interamente votata della sua ca[illegible]. Ma non è così

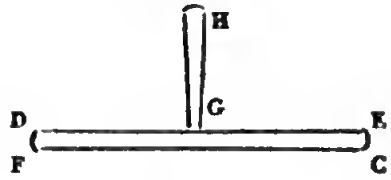
realmente. essa ne contiene tuttavia un avanzo, che l'uso del Condensatore vi renderà manifesto. Di fatto, impugnando colla mano la bottiglia per l'esterna sua armatura, portate il suo uncino a toccar qualche punto del collettore DFCE, tenendovelo appoggiato per alcuni minuti secondi. Dopo di che, levato l'uncino da quel toccare, alzate il collettore pel suo manico isolante GH; e troverete esso collettore elettrizzato quanto basta, per aprire con forza le fogliette dell'Elettrometro. E quando la bottiglia avesse tal avanzo di carica, che il suo uncino aprisse da se solo le fogliette dell'Elettrometro; allora, fatta la stessa operazione, il collettore DFCE vi darà perfino la scintilla.

Fig. 16.



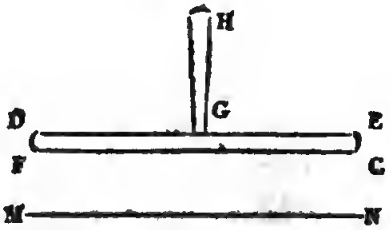
93. Or donde mai tanta carica elettrica, accumulata nel collettore per mezzo di una sorgente così debole in tensione? Consideriamo prima quel collettore in istato naturale, isolato, e disgiunto dal piano semicoibente, come si rappresenta nella Fig. 16. Se l'uncino della bottiglia, che si suppone aver una tensione insensibile positiva, venga a toccare il collettore DECF (*Fig. 16.*),

Fig. 16.



passerà dell'elettrico dall'uncino nel detto collettore; il qual elettrico si diffonderà egualmente per ogni punto del collettore; cioè tanto nella faccia superiore DE, quanto nell'altra inferiore FC. Ora un corpo che si elettrizza per comunicazione, non può acquistar mai tensione che superi quella del corpo elettrizzante (52.) (63.). Dunque il collettore FDEC non può avere in alcuna sua parte maggior tensione di quella dell'uncino della bottiglia. Ma la tensione dell'uncino si suppone incapace di dare il più piccolo segno elettrico. dunque non potrà darlo nè pure il collettore.

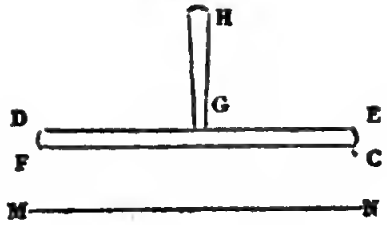
Fig, 17.



Immaginatevi adesso, che durando l'uncino della bottiglia a toccare il collettore, voi affacciaste la palma della mano, od altro conduttore non isolato, e largo quanto il collettore; voi, dico,

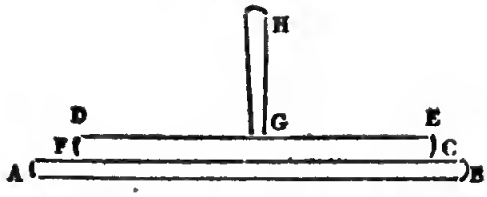
lo affacciaste tanto vicino all' inferior superficie del collettore, quanto basta per esercitare attrazione coll' elettrico diffuso nel collettore. La linea MN nella Fig. 17. rappresenta la mano od altro conduttore non isolato, vicinissimo alla faccia FC. Al certo per le cose dette nelle atmosfere di pressione, l'elettrico, che prima era diffuso egualmente in ogni punto del collettore, dee ora lasciare la faccia superiore DE, ed accumularsi nella inferiore FC, ivi tirato e trattenuto dalla continua attrazion della mano MN. Dunque nella faccia superiore DE vi sarà adesso una tensione molto minore di prima; e perciò dovrà passare nuovo elettrico dall' uncino della bottiglia nella faccia DE; il qual nuovo elettrico, per l'attrazion della mano MN, passando esso pure nella faccia inferiore FC, lascierà ancora la superiore DE in istato di ricevere una terza carica dall' uncino; e per la stessa ragione una quarta, una quinta ecc., finchè tanto elettrico si accumuli nel collettore DECF, da potersi uguagliare la tensione della faccia superiore DE colla tensione dell' uncino elettrizzante. In somma, la vicinanza della mano MN fa crescere nel collettore la sua capacità per la carica, come fu dimostrato (63.); e in ragione di questa capacità accresciuta, il collettore esige dall' uncino altrettanto maggior copia di elettrico, per caricarsi a una tensione eguale a quella che resterà nella bottiglia elettrizzante.

Fig. 17.



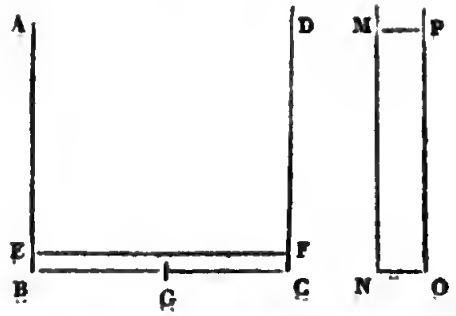
Leviamo adesso questa bottiglia, e con essa l'uncino dal collettore, ma resti ancora la mano MN nello stesso luogo: il collettore DFCE essendo isolato conserverà la somma di tutte le cariche ricevute, ma non potrà dar segno veruno di tensione; non nella faccia superiore DE, perchè la tensione di questa non può superar quella che avea l'uncino che si suppone insensibile; non nella faccia inferiore FC, perchè la vicinanza della mano MN cagiona in questa faccia uno stato naturale apparente (33.). Se dunque si allontani la mano dal collettore, allora sì che tutte le cariche accumulate verso la faccia inferiore FC, liberate dall'attraimento della mano, verranno a diffondersi egualmente per ogni punto, sotto e sopra del collettore; e tutte insieme daranno quel segno di tensione, che non [illegible] dare una sola.

Fig. 15.



94. Ora quanto ha operato la mano, od altro conduttore non isolato in vicinanza all'inferior superficie FC, altrettanto e assai più dovrà farlo il piano semiconduttore AB, quando sopra di questo venga a combaciarsi la detta superficie FC del collettore. Imperciocchè il piano AB non è tal conduttore, che possa trasmettere al suolo l'elettrico con quella prontezza medesima con cui passa dall'uncino della bottiglia nel collettore: e d'altra parte lo stesso piano AB non è isolante al par dell'aria atmosferica contigua alla superficie DE del collettore. E però l'elettrico, che vien dall'uncino della bottiglia nel collettore DECF, non può diffondersi egualmente in amendue le opposte faccie del collettore; ma dee accumularsi in maggior copia nella faccia inferiore FC, tiratovi dal toccamento di essa faccia col piano AB comunicante col suolo. Quindi la faccia superiore DE potrà ricevere altre ed altre cariche dall'uncino della bottiglia, le quali, trattenute nella faccia inferiore FC dall'attrazione del piano AB, non daranno il suolo elettrico lor corrispondente, se non quando il collettore si levi isolato dal piano AB.

Fig. 18.



Per dichiarare la cosa con esempio; immaginate un vaso ABCD, il cui fondo assai largo sia coperto di un velo sottilissimo d'acqua EBCF. quantunque vi voglia molta acqua a formare un tal velo, tuttavia la pressione di uno strato così sottile sopra un punto qualunque G del fondo, riuscirebbe quasi insensibile. Supponete adesso, che questo vaso con tutto il suo velo di acqua, ristringendosi in larghezza, venisse ad assottigliarsi in un tubo MNOP, di poche linee di diametro. allora quel velo liquido così sottile, cangiandosi in colonna altissima d'acqua MNOP, farebbe crescere a dismisura la pressione sopra i punti del fondo NO. Tal è il modo di operare del collettore. finchè questo si resta combaciato sul piano semiconduttore, per tal com[illegible]ciamento acquista e conserva una capacità assai [illegible]giore per la carica elettrica, come se avesse cres[illegible]ta fuor di modo la sua superficie; e in ragio[illegible] tanta sua capacità contiene molta carica, s[illegible] dar segno sen-

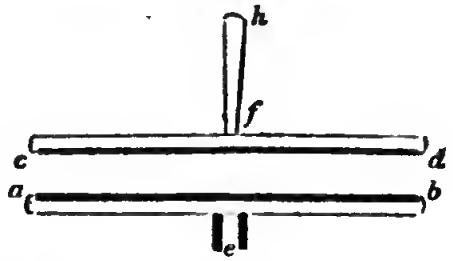
sibile di tensione. ma quando sollevato dal piano semiconduttore, perde quell'aumento di capacità, cresce d'altrettanto lo sforzo o tensione della carica ricevuta.

95. E se tanta è la virtù del Condensatore avvivato da una sorgente di elettrico, che va finalmente a cessare del tutto; siccome è quella della bottiglia di Leyden; che sarà poi adoperando una sorgente perenne di quel fluido, quale si ha dal continuo girare del disco nella macchina elettrica? Sia pur debolissima l'energia di questa macchina; anzi per ridurla in pessimo stato, fate comunicare col suolo il conduttore di lei per mezzo di una catena metallica. allora certamente girando il disco non potrete cavar scintilla dal conduttore, dissipandosi l'elettrico nel suolo per la catena; ma non essendo questa ottimo conduttore, per la poca continuità delle sue parti, il conduttore della macchina non può per la catena sfogare interamente tutto l'elettrico in lui messo dal disco; e vedrete che ne conserva un avanzo bastante, almeno per allargare le fogliette dell'Elettrometro. Or bene; raccogliete quell' avanzo nel collettore combaciato al piano semicoibente, girando continuamente il disco; e dopo alcuni giri, il collettore disgiunto dal piano, vi darà una forte scintilla: e replicando più volte l'operazione, avrete nuove scintille, colle quali caricare le bot-

tiglie di Leyden e dare la scossa, ed altri sperimenti elettrici, non senza applausi all'Inventore di sì mirabile artifizio.

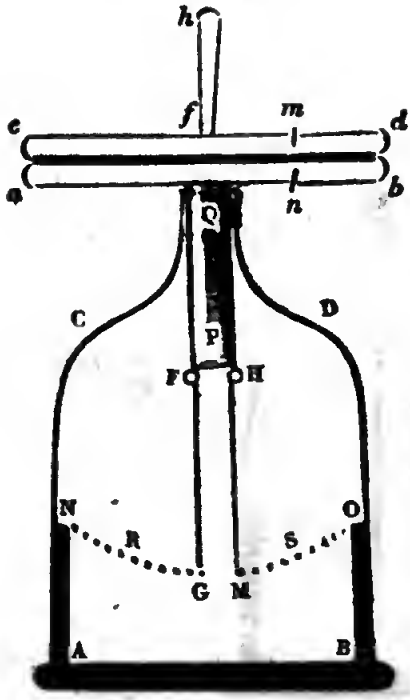
Ma più ancora dovrete ammirare il suo genio, quando per virtù del Condensatore ci verrà Egli mostrando l'elettrico eccitato e smosso anche, dove sarebbesi giudicato in perpetua calma ed equilibrio. Ed intanto impariamo da lui l'adattare il Condensatore all'Elettrometro, a maggior comodo delle sperienze. Si preparino a tal uopo due

Fig. 19.



dischi o piattelli metallici *ab*, *cd* (*Fig. 19.*) di tre in quattro pollici di diametro, le cui faccie *ab*, *cd* sieno ben appianate l'una sull'altra, e indi coperte di un velo sottilissimo di cera lacca, o vernice copale ben secco e levigato, per potersi combaciare esattamente. Uno dei due piattelli *cd* porta nel centro dell'opposta faccia non inverniciata un manico isolante *fh*, e l'altro in vece una madrevite *e*, colla quale innestarlo alla verghetta dell'Elettrometro, in luogo del bottone

Fig. 20.



La Fig. 20. rappresenta l'Elettrometro col detto Condensatore. Il piattello *ab* è fermato sulla verghetta QP in luogo del bottone, e sopra la faccia inverniciata di questo piattello si combacia l'altra pure inverniciata del piattello *cd;* il quale ove comunichi col suolo, toccandolo con un dito in qualunque suo punto metallico *m*, sarà bello e formato il Condensatore. Poichè il disco *ab* annesso all'Elettrometro, fa qui l'ufizio di collettore; e i due strati sottilissimi di vernice isolante, con l'altro disco *cd* comunicante col suolo, formano in-

Fig. 20.

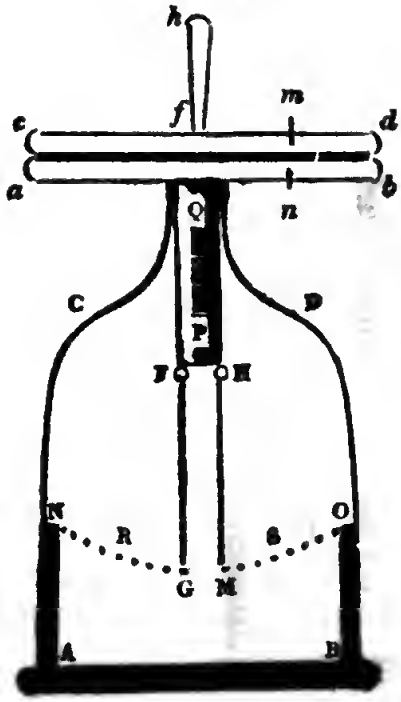
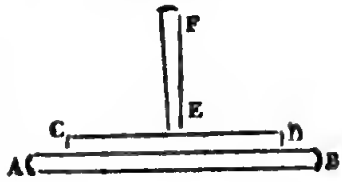


Fig. 21.

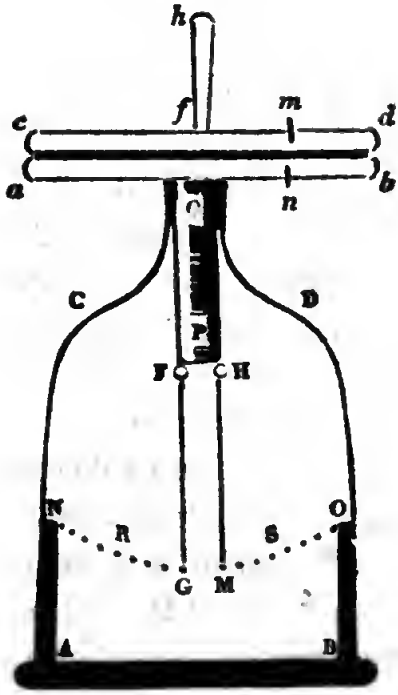


sieme un corpo semiconduttore, attissimo ad accumulare la carica elettrica nel collettore *ab*. Disposto così l'apparecchio, quel corpo di cui si vuole esplorare e render manifesto l' elettrizzamento, dee toccare un qualche punto metallico *n* del collettore *ab*, mentre il piattello superiore *cd* comunica col suolo. Quindi levato il corpo che toccava il collettore *ab*, s'innalza il piattello superiore *cd*; e se il collettore *ab* abbia ricevuto qualche carica sensibile, la mostrerà sul fatto nell'aprirsi le fogliette dell'Elettrometro.

In queste esperienze si può innalzare isolato il piattello superiore *cd*, levandolo pel suo manico *fh*; ed allora, se il collettore *ab* abbia ricevuta una carica sensibile, si troverà pure elettrizzato il piattello *cd*, ma in senso contrario; onde le fogliette aperte dall'elettricità del collettore, si chiuderanno per quella del piattello *cd*. E ciò viene dall'atmosfera di pressione del collettore *ab*, il quale elettrizzandosi ha dovuto per via di pressione produrre l' elettrizzamento contrario nel piattello *cd* comunicante col suolo.

Che se per l' opera di un solo condensatore la tensione riesca poco sensibile all'Elettrometro, si potrà levarla a gradi maggiori coll' adoperarne due. Supponete che il collettore CD (*Fig.* 21,) abbia ricevuta sì debole carica da una bottiglia di Leyden, o da altra qualunque sorgente di elettrico, che levato pel suo manico isolante EF, dal piano semicoibente AB, e portato a toccare il bottone dell'Elettrometro, ne venga appena qualche indizio di ripulsione alle fogliette. Allora voi portate in vece questo collettore sì debolmente caricato, a toccare altro collettore *ab* di un secondo condensatore, (*Fig.* 20) sempre avvertendo, che mentre lo tocca, il piattello superiore *cd* comunichi col suolo. Dopo il qual toccamento, ripo[illegible] collettore CD sul piano semicoibente AB, tornate a caricarlo colla stessa sorgente di elettrico; ed indi levatolo pel

Fig. 20.



suo manico isolante, ripetete un secondo toccamento col collettore *ab* come prima. Così operando per più volte alla fila, si accumulerà grado grado la carica nel collettore *ab*, per modo, che levando il piattello superiore *cd*, la tensione alle fogliette ne sarà altrettanto cresciuta, quanto sarà stato il numero di que' toccamenti.

96. Finalmente importando assai in alcuni casi il sapere, quanta sia a un di presso l'attività del Condensatore, cioè quanto egli ingrandisca una data tensione, eccone il modo. Caricate

una bottiglia di Leyden, ma sì debolmente, che il suo uncino toccando il bottone dell'Elettrometro, dia appena un qualche grado di ripulsione alle fogliette; fate comunicare il detto uncino col collettore di già comLaciato sul suo piano semicoibente. Dopo di che, misurate la tensione residua della bottiglia, portandola a toccare col suo uncino il bottone dell'Elettrometro; pognamo che questa tensione residua sia di mezzo grado: allora, rimesso l'Elettrometro in istato naturale, levate pel suo manico isolante il collettore; e se toccando con questo il bottone dell'Elettrometro, le fogliette si aprono, *e. g.*, a cinquanta gradi; egli è chiaro, che il collettore acquistò una tensione cento volte maggiore di quella della bottiglia per opera del Condensatore.

CAPO IV.

DE' MOVIMENTI ELETTRICI.

97. Eccoci oggimai a quella specie di fenomeni elettrici, che producono il moto nella macchina, cui è destinata quest'opera.

Già fin da principio le sperienze dell'Elettrometro ci mostrarono, che due corpi elettrizzati in opposito si attraggono; e similmente elettrizzati si rispingono (13.): la qual attrazione, e ripulsione abbiamo considerato finora qual mero fatto, che serve di regola per esplorare se un corpo sia o no elettrizzato, e se positivo, o negativo. Ora è tempo di spiegar questo fatto, che si può dire il primo segno o fenomeno dato da' corpi elettrizzati.

La spiegazione dipende,

I. Dal principio generale, già stabilito di sopra; *esservi, cioè, attrazione scambievole fra corpi e fluido elettrico, per aver l'equilibrio o assoluto, o rispettivo.* Ed è manifesto, che questa forza di attrazione debb' esser tanto maggiore, quanto maggiore è la differenza nello stato elettrico di due corpi; vale a dire, quanto più l'uno di

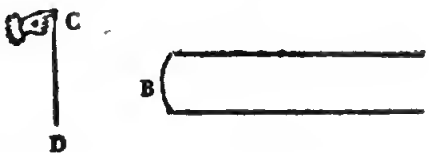
essi tende a comunicare, e l'altro a ricever l'elettrico.

II. Dalla facoltà isolante dell'aria, per cui l'elettrico non può passar liberamente da un corpo all'altro, nè comunicarsi prontamente, se non alle sole particelle dell'aria contigue al corpo elettrizzato.

ARTICOLO I.

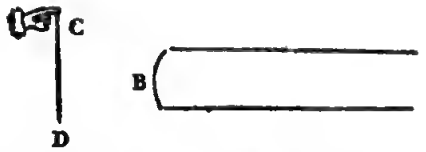
Dei movimenti elettrici di attrazione.

Fig. 22.



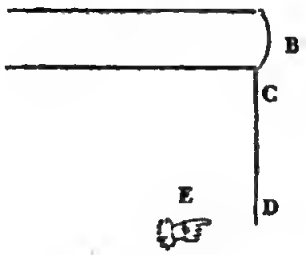
98. Incominciando dall' attrazione elettrica; sia dato un corpo elettrizzato per eccesso, come sarebbe il conduttore B (*Fig.* 22.) della macchina elettrica. Se voi appressate al detto conduttore un filo mobilissimo CD di canape, o lino pendente dalla vostra mano, è facile il provare che quel filo CD debb'esser tratto al conduttore B. Imperciocchè l'elettrico eccessivo del conduttore B, tenta di passare per mezzo del filo CD al vostro corpo; cioè v'è attrazione, che sforza l'elettrico

Fig. 22.



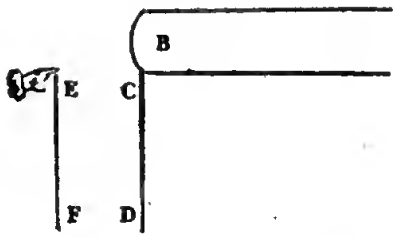
eccessivo del conduttor B, ed il filo CD ad avvicinarsi l'uno all'altro. Ma l'elettrico eccessivo del conduttor B non può muoversi liberamente per l'aria, e passare al filo CD, nè ha tanto di forza da spingere il conduttor B verso del filo. Dunque il solo filo CD, che può tragittare per l'aria interposta, ed è mobilissimo anche alla minima impressione, dovrà cedere alla detta forza attraente, avviandosi al conduttore, per indi ricevere l'elettrico eccessivo, e trasmetterlo al vostro corpo.

Fig. 23.



Che se ad un filo CD (*Fig. 23.*) pendente dal conduttor B elettrizzato voi accostate la mano E, vedrete quel filo volar prontamente alla mano; perchè allora anche il filo CD si elettrizza per eccesso; e l'elettrico eccessivo del filo, non potendo da se medesimo attraversar l'aria, spinge il filo mobilissimo, e lo porta per l'aria alla mano.

Fig. 24.



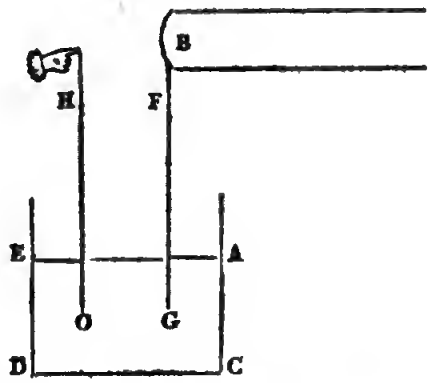
Finalmente, se al filo CD (*Fig. 24.*) pendente dallo stesso conduttor B elettrizzato, avvicinate altro filo EF appeso alle vostre dita, amendue le fila CD, EF si vengono incontro; dovendo amendue, egualmente mobili, ubbidire egualmente all'attrazione tra il filo EF, e l'elettrico eccessivo del filo CD.

99. Gli stessi movimenti di attrazione si osservano e spiegano nella stessa maniera, anche quando il conduttor B sia elettrizzato negativamente. In tal caso l'attrazione è tra il detto conduttor negativo e l'elettrico naturale de' corpi circostanti; il quale non potendo da se medesimo attraversar l'aria interposta per accorrere al conduttor negativo, si vale de' corpi mobili, come d'un veicolo, per esservi trasportato; oppure il conduttore negativo spinge i corpi mobili da esso pendenti verso i corpi circostanti, per quindi succiare l'elettrico di cui abbisogna.

100. Si vede impertanto, che non ci sarebbe alcun movimento de' corpi, cioè delle fila, nelle

addotte sperienze, se l'elettrico potesse da se solo attraversar l'aria con libertà; perchè, ove l'elettrico trovi libero il cammino a sufficienza, debbe egli solo, siccome più mobile, passare da un corpo all'altro, per ricomporsi in equilibrio.

Fig. 25.



A provare questa parte della teoria con appositi sperimenti; fate che un filo metallico mobilissimo FG (*Fig. 25*) sospeso al conduttor B della macchina elettrica, vada a pescare nell'acqua ACDE di un vaso di vetro; ed immerso nell'acqua similmente altro filo HO tenuto in vostra mano pel capo H, fate girare il disco della macchina. Voi non vedrete alcun segno di elettrizzamento nel conduttor B, nè il più piccolo moto di attrazione nelle due fila: il che vuol dire, che tutto l'elettrico messo nel conduttor B dal disco, passa dal filo FG nell'acqua; e in essa, che è corpo conduttore, trova sufficiente libertà per passare da se sola

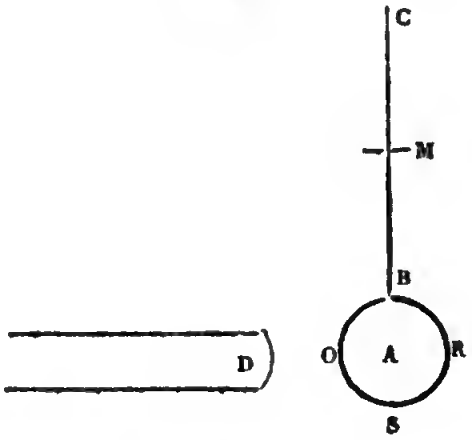
al filo OH, e da questo pel vostro corpo al terreno. Ma fatta l'esperienza medesima col vaso di vetro pieno d'olio, che è liquore isolante, non potendo allora l'elettrico attraversar l'olio da G in O con libertà, vedrete le due fila FG, HO, al girare del disco venirsi incontro nell'olio, e scaricarsi il conduttore al momento che si toccano.

101. Essendo poi l'attrazione infra corpi ed elettrico tanto maggiore, quanto è maggiore la differenza nello stato elettrico di due corpi (97. I.); è manifesto, che il movimento di attrazione fra due corpi elettrizzati in opposito, sarà più forte, che non fra un corpo elettrizzato, ed un altro in istato naturale.

Se non che importa assaissimo il notare; che nel secondo caso, quello de' due corpi che si dice in istato naturale, egli non è comunemente che in apparenza. Imperciocchè quando voi accostate un filo al conduttore elettrizzato, per essere da questo attratto, quel filo, prima d'ogni cosa, dee sentire l'influenza dell'atmosfera di pressione del conduttore medesimo; cioè, come sapete (30), il filo per quella atmosfera divien realmente negativo, se il conduttore è positivo, o viceversa. Il filo adunque che poi si slancia nel conduttore, non è in istato *vero naturale*, ma soltanto *apparente;* avendo egli, prima d'essere attratto, acquistato l'elettrizzamento contrario a quello del conduttore.

Se impertanto il filo non potesse acquistare che una debole elettricità contraria a quella del conduttore, il movimento del filo al conduttore riuscirebbe assai più languido, e mancherebbe anzi del tutto; quando il filo non fosse così mobile, da dover ubbidire a piccolissima forza. Ecco la prova.

Fig. 26.



Attaccate all'estremità di un filo asciuttissimo di seta BC una palla A di legno, o sughero ben levigata, di circa un mezzo pollice di diametro; e sostenendola per l'altro capo C del filo, portatela pur vicinissima al conduttor D elettrizzato. Se l'aria circostante è ben secca, non vedrete nella palla il più piccolo movimento verso il conduttor D. Ma non sì tosto voi toccate la palla con l'altra mano, che subitamente a quello se ne vola. Ora, prima che voi toccaste la palla, l'atmo-

sfera del conduttor D (che io suppongo positiva) avea reso negativo il vicino emisfero BOS della palla, e positivo l'altro più lontano BRS: e però non essendo la palla negativa che in parte, l'attrazione infra essa e l'elettrico eccessivo del conduttor D, non era abbastanza forte per tirarla al medesimo. Ma toccando voi la palla con l'altra mano, non fate altro che ricever e trasmettere al suolo l'elettrico naturale della palla medesima; e perciò divenuta essa negativa in ogni sua parte, l'attrazione cresce a grado, da farla volare al conduttor D.

Che se voi umettate prima con l'acqua una porzione BM del filo contigua alla palla, e poi l'accostate al conduttore elettrizzato D, allora sì che l'elettrico natural della palla, potendosi ritirare nella porzione BM del filo, divenuta conduttrice per l'umido, lascierà la palla in ogni sua parte negativa, e però sarà tratta subitamente al conduttore D, senza bisogno di toccarla.

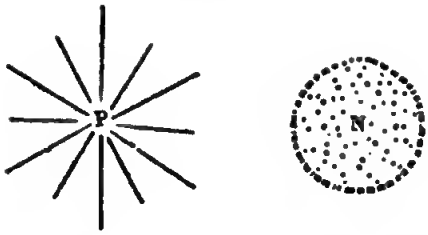
102. Dalla qual esperienza deesi argomentare; che non pure la palla anzidetta, ma nessun briciolo di materia, comunque sia piccolo e mobilissimo, verrà mai attratto da'corpi elettrizzati, nel caso che la loro atmosfera di pressione trovi uno sforzo eguale, e contrario nell'elettrico naturale di quel briciolo. Questo appunto si verifica nel pozzo elettrico (54.). Calata giù in esso profon-

damente una pallina la più leggiere ma ben isolata dal filo che la sostiene, ed avvicinata quanto si vuole alle interne pareti del pozzo fortemente elettrizzato, ella si resta immobile al tutto, senza punto inclinarsi alla vicina parete. Nè la cosa debb'essere altrimenti; perciocchè la pallina non potrebbe essere attratta, se non per andare a ricever dell' elettrico dal pozzo. Ma fu dimostrato (55., 56.), che là entro il pozzo nessun atomo di materia, nè eziandio toccando le interne pareti, può ricever elettrico dal pozzo; perchè l'elettrico naturale de' corpi laggiù internati, oppone uno sforzo eguale e contrario alla pressione dell'atmosfere circostanti: dunque non vi può esser nè meno attrazione fra que' corpi e le interne pareti del pozzo.

Ma la pallina medesima appena si tocchi laggiù nel pozzo da un conduttore, eccola tosto lanciarsi alla parete più prossima, avendo quel tocco elettrizzata la pallina in opposito al pozzo (54.). E però noi potremo tener questa regola, che *la maggiore, o minor forza attraente di un corpo elettrizzato, è sempre in ragione dell' elettricità contraria, che esso in virtù della sua atmosfera di pressione può indurre ne' corpi che attrae.*

103. Tra' fenomeni dell' attrazione elettrica, merita esser conosciuto il così detto dei *fiori elettrici*, scoperta del fisico Alemanno Lichtemberg.

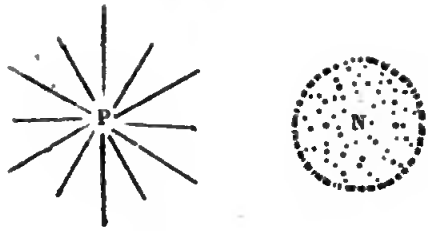
Fig. 27.



Nella superficie di un piano isolante, qual sarebbe la faccia resinosa dell'Elettroforo, vi sieno due punti P ed N (*Fig. 27.*) un po' distanti fra loro, ed elettrizzati in opposito. P sia positivo, ed N negativo. e messa in un polverino di minutissimi fori una mistura di zolfo e minio, amendue in polvere finissima, scuotasi il polverino di sopra ai due punti. Le due polveri stropicciandosi nell'uscire contro i forellini, si elettrizzano, ma in senso contrario; che il zolfo ne divien negativo, e positivo il minio. Onde la polvere negativa del zolfo vien tirata in preferenza dal punto P positivo, e l'altra positiva del minio dal punto N negativo.

Ma oltre a questo, è bello il vedere la diversa configurazione delle due polveri sul piano isolante. La polvere di zolfo forma intorno al punto P una stella raggiante, e quella del minio una semplice ajuola circolare intorno al punto N. Non è difficile a spiegarsi cotesta diversità di figura. Imperciocchè l'elettrizzamento positivo non

Fig. 27.



potè imprimersi nel punto P, se non per scintilla elettrica scoccata, *e. g.*, dall'uncino di una bottiglia sul punto P. Or bene: tutto l'elettrico di quella scintilla battendo sul punto P, incontra in questo punto isolante un ostacolo insuperabile: e però l'elettrico in quell' urto è forzato come a spezzarsi, e lanciando d'ogni parte uno spruzzo di particelle elettriche, ramificarsi intorno al punto P. Onde la polver di zolfo attratta non solo dal punto P, ma da altri eziandio d'intorno a lui spruzzati di quell'elettrico, stamperà sul piano la figura raggiante di quello spruzzo. Ma il punto N è divenuto negativo per elettrico partito solamente da esso punto, od al più da altri pochi a lui contigui. e però la polver positiva del minio, movendosi per direzioni convergenti a quei punti, dee formare intorno ai medesimi, come intorno ad un centro, una sola ajuola circolare.

E poichè quante sono le scintille vibrate sul piano isolante da un corpo elettrizzato per eccesso, altrettante esser debbono le stelle raggianti, e

tante le aree circolari quante le scintille che si fanno partire dal detto piano verso un corpo negativo, così l'esperienza potrà variarsi in mille forme vaghissime; ma si spiegherà sempre ad un modo.

Anche senza usare l' attrazion delle polveri, io soglio mostrare queste diverse figure col solo scoppio della scintilla elettrica, in uno strato di trementina, o d'altra materia isolante pressochè liquida, contenuta in un piatto metallico. La scintilla che si vibra da un conduttor positivo su quello strato, tosto v'imprime la stella raggiante; e la scintilla che viene da un punto dello strato a un conduttor negativo, forma nel detto punto una fossetta rotonda.

104. Spetta finalmente a questo articolo l'adesione elettrica; la quale altro non è, che l'attrazione continua di due corpi elettrizzati in opposito, e che tali pur si conservano anche dopo essersi attratti. ciò può essere in due modi.

I. Per una sorgente continua di carica elettrica.

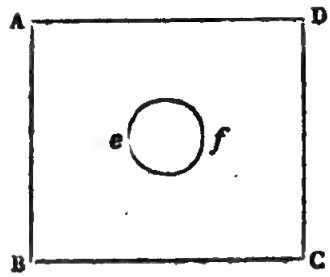
II. Per difficoltà nell' elettrico di rimettersi in equilibrio nei due corpi.

Il primo modo vedesi in un filo di canape comunicante col suolo, il qual filo attratto dal conduttore della macchina elettrica, vi rimane attaccato finchè il conduttore si elettrizza incessantemente col girare del disco. In tal circostanza il

filo, divenuto prima negativo per l'atmosfera positiva del conduttore medesimo, non può in sè ritenere di quell'elettrico, dovendolo tutto trasmettere al suolo: e però durando lo stato negativo nel filo, e il positivo nel conduttore, si continua fra loro l'attrazione, tenendo l'elettrico a sè attaccato quel filo, che gli serve di canale per trascorrere al suolo.

Il secondo modo dell'adesione elettrica si osserva, quando uno de'due corpi che si attraggono è isolante, e molto più se amendue. Già si è veduto, che le superficie isolanti, e specialmente le resinose, sono tenacissime nel conservare l'elettrizzamento o positivo, o negativo, una volta acquistato. Ond'è, che la faccia resinosa dell'Elettroforo ricusa al tutto di cedere del suo elettrico eccessivo allo scudo comechè negativo, e su di lei combaciato. Or dunque, rimanendo sempre lo scudo negativo, e positiva la faccia resinosa, vi sarà continua attrazione fra lo scudo negativo, e l'elettrico eccessivo di quella faccia. per la quale attrazione, rivoltato l'Elettroforo, lo scudo venuto al di sotto, se non fosse molto pesante, resterebbe attaccato alla faccia resinosa, siccome ferro a calamita.

Fig. 28.



Ciò posto, collocate sopra una faccia resinosa ABCD, (*Fig. 28*) elettrizzata, *e. g.*, per eccesso, un conduttore più leggero dello scudo, come sarebbe una sottil laminetta metallica, o un pezzo di carta argentata *ef*. Toccata poi questa carta colla mano, si farà negativa, per l'atmosfera positiva della sottoposta faccia resinosa. E per la difficoltà che ha l'elettrico eccessivo di passare dalla faccia resinosa alla carta, e rimettersi in equilibrio, durando positiva la faccia, e negativa la carta, si tireranno insieme l'una l'altra continuamente. Allora dunque rivoltato il piano resinoso colla carta al di sotto, essendo il peso di questa minore di quell'attrazione, la vedrete rimanersi attaccata alla faccia resinosa, e darvi l'esempio dell'adesione elettrica fra un conduttore e un isolante elettrizzati in opposito.

A veder poi facilmente l'adesione elettrica in due corpi isolanti; prendete due nastri eguali di seta ben diseccata, bianco l'uno, e l'altro nero;

e soprapposto l'uno all'altro in modo da formare come un solo nastro nero da una parte, e bianco dall'altra, confricateli amendue così uniti fra le dita ben asciutte. Elettrizzandosi per tale sfregamento il bianco per eccesso, e il nero per difetto, si vedranno i due nastri attaccati l'uno all'altro; perchè essendo isolanti, l'elettrico trova difficile il passaggio dal bianco al nero per rimettere l'equilibrio: e però la continua attrazione del bianco positivo col nero negativo produce e mantiene l'adesione elettrica.

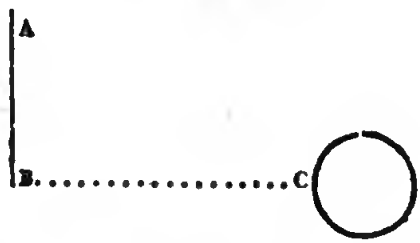
E vuolsi notare; che i due nastri, finchè rimangono attaccati l'uno all'altro, sembrano amendue in istato naturale; e ciò per la scambievole influenza delle due atmosfere contrarie (33.) vicinissime l'una all'altra: onde se il nero, o il bianco (finchè sono uniti) tocchi il bottone dell'Elettrometro, non si vede in questo alcun moto delle fogliette: ma come un nastro si disgiunga dall'altro, eccoti e l'uno e l'altro, liberato dall'atmosfera contraria, manifestare all'Elettrometro colla ripulsione delle fogliette la propria carica, che il nero darà sempre negativa, ed il bianco positiva.

ARTICOLO II.

De' movimenti elettrici di ripulsione.

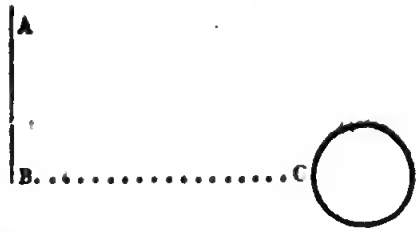
105. L'aprirsi delle fogliette nell'Elettrometro, quando sono amendue elettrizzate o per eccesso, o per difetto, fa veder chiaramente, che due corpi similmente elettrizzati si rispingono. Ma è da avvertire, che quelle fogliette comunicando fra loro per mezzo della verga metallica dalla quale sono sospese, non si possono elettrizzare giammai, se non ad ugual tensione amendue; cioè, quando si respingono, sono entrambe o egualmente negative, o egualmente positive. Laddove, due corpi similmente elettrizzati, l'uno de' quali abbia più tensione dell'altro, a certa distanza si rispingono, e a distanza minore si attraggono.

Fig. 29.



Sia per esempio il filo AB (*Fig.* 29) mobilissimo intorno al punto A, ed elettrizzato per eccesso; e

Fig. 29.



sia la palla C elettrizzata pure per eccesso, ma con tensione maggiore del filo. La tension della palla non opera colla stessa energia nei vari punti della distanza CB, essendo maggiore nei punti più vicini alla palla, e minore nei più lontani. dicasi lo stesso della tensione del filo AB nei vari punti della distanza BC. E però finchè il filo AB e la palla C si restano distanti in modo, che la tensione della palla operi nel punto ove il filo si trova con forza uguale a quella del filo medesimo, si vede questo allontanarsi dalla palla. Ma come essa al filo si accosti in tal vicinanza, che la tensione della palla abbia, nel punto ove il filo si trova, maggior forza della tensione del filo, si vedrà questo attratto dalla palla, e toccarla; perchè essendovi in lei eccesso di tensione, il suo elettrico eccessivo chiama a sè quel filo, per mettersi con lui in equilibrio rispettivo. Alla qual attrazione succede ben tosto la ripulsione del filo dalla palla, che dovrà poi sempre allontanarlo da sè per quantunque a lui si avvicini; aven-

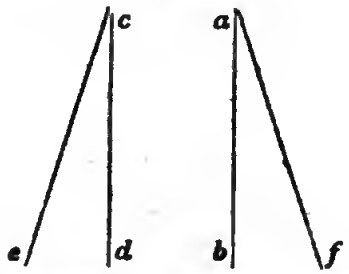
do esso pure la tensione medesima della palla dopo averla toccata.

106. Determinato così lo stato elettrico di due corpi che si rispingono, veggiamo subitamente, essere cotesta ripulsione soltanto apparente, e in realtà effetto di vera attrazione elettrica. Imperciocchè ammessa l'attrazione scambievole infra corpi ed elettrico, per la tendenza all'equilibrio, o assoluto, o rispettivo (97.); si dee comprendere fra i corpi anche l'aria, corpo essa pure capace di elettrizzarsi per comunicazione alla maniera degli altri isolanti, cioè nei punti, co' quali essa tocca il corpo elettrizzato. Vi sarà dunque attrazione fra il corpo elettrizzato e l'aria che lo circonda, quando essa non sia similmente a quello elettrizzata; vale a dire, quando il corpo elettrizzato è positivo, e l'aria circostante non sia egualmente positiva, vi sarà attrazione fra l'elettrico eccessivo di quel corpo e l'aria: e quando il corpo elettrizzato sia negativo, e non sia negativa egualmente l'aria che lo circonda, vi sarà attrazione fra l'elettrico naturale dell'aria, ed il corpo negativo. Or dico, che in forza di questa attrazione, due corpi mobili similmente elettrizzati debbono muoversi, allontanandosi l'uno dall'altro.

Fig. 30.

107. Incominciando da due corpi positivi, imaginiamoci prima un solo di questi, *e. g.*, il filo *ab* elettrizzato per eccesso, mobilissimo intorno al punto *a*, e circondato dall'aria in istato naturale. Vi sarà certo attrazione fra l'elettrico eccessivo del filo *ab*, e l'aria circostante; per la qual attrazione tutte intorno le particelle d'aria contigue a quel filo tireranno a sè di quell' elettrico eccessivo; e però questo preso in mezzo da forze attraenti uguali e contrarie, non si potrà muovere per alcun verso.

Fig. 31.

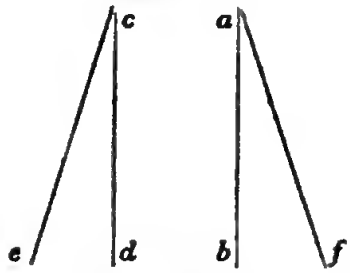


Mettiamo adesso un secondo filo *cd* egualmente positivo vicino al primo *ab* (*Fig. 31.*), e mobilissimo esso pure intorno al punto *c*. allora l'aria *abdc* interposta fra'due fili, ricevendo elet-

trico da amendue, debb'essere più elettrizzata dell'aria esterna *e*, *f*. Dunque l'elettrico di ciascun filo avrà un'attrazione prevalente verso quell'aria esterna *e*, *f* meno elettrizzata. E se l'elettrico potesse liberamente propagarsi per quest'aria, passerebbe egli solo dal filo *cd* verso l'aria *e*, e dal filo *a b* verso l'aria *f*. Ma quest'aria, perchè isolante, non può ricever di quell'elettrico se non nei punti che toccano ciascun filo; e però elettrizzato lo strato d'aria esterna contiguo a ciascun filo, l'elettrico non può da se stesso procedere innanzi al secondo strato Dunque l'elettrico, per ubbidire all'attrazione che lo chiama al secondo strato, vi spingerà il filo; e per la stessa ragione lo farà avanzare dal secondo nel terzo, e da questo nel quarto, e così via via: il che dovendosi fare da ciascun filo, è giuoco forza, che l'uno si scosti dall'altro, divergendo il filo *cd* in *ce*, e l'altro *ab* in *af*.

108. E venendo alla ripulsione fra due corpi negativi, è facile applicarvi la spiegazione medesima. Imperciocchè pognamo i due fili *ab*, *cd* farsi negativi in mezzo all'aria che è in istato naturale. In tal caso vi sarà attrazione fra l'elettrico naturale dell'aria e ciascun filo negativo; e l'aria *abdc* interposta ai due fili, cedendo a ciascuno del proprio elettrico naturale, diverrà più negativa dell'aria esterna *e*, *f*: il che produce un'at-

Fig. 31.



trazion prevalente fra ciascun filo, e l'elettrico naturale di quell'aria esterna. E se questo elettrico potesse liberamente dall' aria esterna accorrere a ciascun filo, cioè da *e* in *d*, e da *f* in *b*, tutto il moto sarebbe dell'elettrico ai fili, e nessuno dei fili verso l' aria. Ma perchè l' aria isolante non dà passaggio all'elettrico, dovrà ciascun filo ubbidire all'attrazione, coll'andare egli medesimo per l'aria esterna a ricever l'elettrico di strato in strato. Onde è mestieri che qui pure l'un filo dall' altro si allontani.

109. Non v'ha dunque alcuna forza ripellente fra due corpi similmente elettrizzati; e lo scostarsi che fa l'uno dall'altro, nasce da vera attrazione, che li sforza amendue a passare nell' aria più capace di ricevere, o di cedere l'elettrico, secondo che lo stato loro è positivo, o negativo. Ma l'aria interposta ai due corpi, trovandosi in mezzo a due atmosfere simili, è sempre la meno capace di carica dell' aria esterna ai due corpi (62.). Dunque sì l'uno e sì l'altro dee comuni-

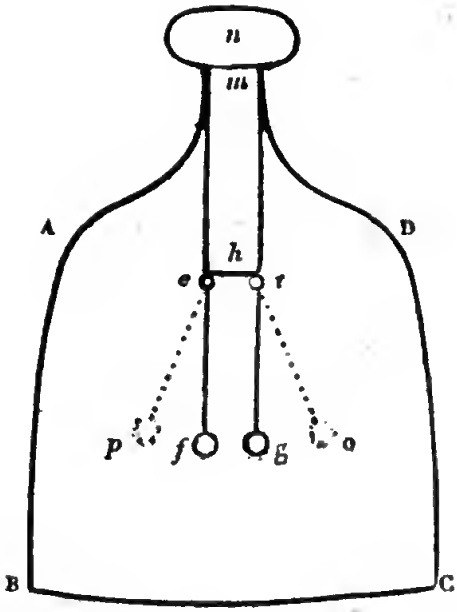
care in preferenza a quest'aria esterna la propria carica, e però allontanarsi fra loro.

Il qual movimento manca del tutto nei due corpi, quando sieno attorniati da un fluido conduttore. Due fili metallici mobilissimi, che similmente elettrizzati peschino nell' acqua contenuta in vaso isolante, non danno verun indizio di ripulsione, perchè l'elettrico propagandosi con sufficiente libertà per l' acqua, dee egli solo senza alcun moto dei fili, passare o dai fili positivi nell'acqua, o da questa nei fili negativi. Al contrario, gli stessi due fili pescando nell'olio, liquore isolante, si allontanano fra loro, per elettrizzarlo di strato in strato, egualmente che faceano nell'aria.

Per la stessa ragione i movimenti elettrici di attrazione non meno che di ripulsione, mancano affatto nel vuoto pneumatico; potendo ivi l'elettrico da se solo trascorrer lo spazio che divide un corpo dall'altro.

110. Questa dottrina ci spiega pure agevolmente il vario moto di due pendolini in mezzo a un'aria elettrizzata.

Fig. 32.



Sia la bottiglia di cristallo ABCD, che similmente all'Elettrometro, racchiuda due fili mobilissimi di canape *ef*, *rg*, ciascuno de' quali porta all'estremità inferiore una pallina leggerissima *f*, *g*, e lunghi in modo, che venendosi ad aprire per elettricità eziandio la più forte, le palline restino tuttavia distanti almeno un pollice dalle interne pareti della bottiglia.

Elettrizzati i due pendolini *ef*, *rg* col mettere la verga metallica *hmn* in comunicazione col conduttore elettrizzato della macchina elettrica, essi divergono rapidamente in *p* ed in *o*; e ciò, come si è veduto (109), perchè debbono comunicare

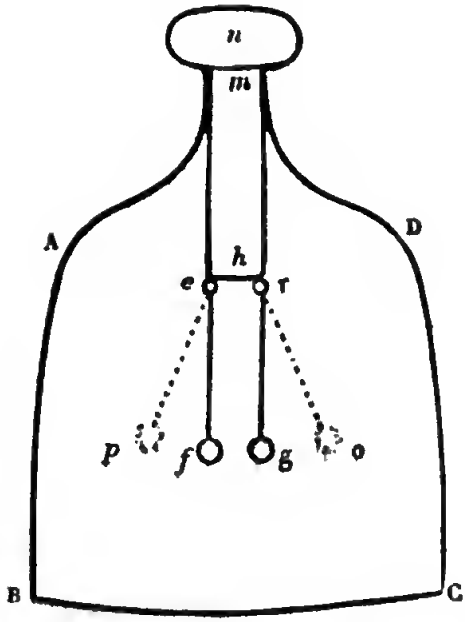
della propria carica all'aria. Continuandosi impertanto questa carica dei pendolini, pel continuo girare del disco della macchina, si giunge finalmente ad elettrizzare la detta aria. Ma i due pendolini finchè ricevono nuovo elettrico dalla macchina, si restano sempre aperti anche in mezzo a quell'aria fortemente elettrizzata: nè ciò dee far maraviglia, avendo sempre i pendolini una carica superiore a quella dell'aria; perchè non possono versar nella medesima l'elettrico sì prontamente, come il ricevono dal conduttor della macchina. e però essendo i pendolini più positivi dell' aria, l'attrazione fra il loro eccesso e l' aria li tien aperti. (105.)

Tolgasi adesso la comunicazione fra la verga mettallica *nh* , e il conduttore della macchina; eccoti i pendolini accostarsi lentamente l'uno all'altro, e tornare al sito loro naturale *ef*, *rg*.

La ragione è chiarissima. Cessando i pendolini di ricever nuova carica, e comunicando essi per mezzo della verga *mh*, coll' aria esterna alla bottiglia, cederanno a poco a poco del loro eccesso a quell' aria esterna: per la qual cessione divenendo egualmente positivi che l' aria interna, non vi sarà più attrazione che possa tenerli aperti.

Stando ora i fili penzoloni, toccate col dito il bottone *n;* ed essi tornano a diverger rapidamente in *p* e in *o*. Questa nuova apertura è at-

Fig. 32.



trazione tra i pendolini divenuti negativi, e l'elettrico eccessivo dell'aria interna: perchè il dito che toccò il bottone *n*, non solo gli ha spogliati d'ogni elettrico eccessivo, ma eziandio d'una porzione del loro naturale accumulato nel bottone *n* dall'atmosfera premente dell'aria interna positiva.

Finalmente, se rimanendo i pendolini così aperti per esser negativi, si rinnovi la comunicazione tra la verga metallica *hm*, e il conduttor positivo della macchina, vedremo i fili tornar penzoloni, e poi riaprirsi; chiaro essendo, che i fili ricevendo elettrico dal conduttore, si faranno prima egualmente positivi dell'aria interna, e in tale

stato si chiuderanno totalmente: ma continuando poi nuovo elettrico dal conduttore nei fili, torneranno questi più positivi dell'aria interna, e perciò riaperti. In somma tutta cotesta varietà di movimento nei fili o proviene dall'attrazione che li spinge nell'aria, per comunicare, o assorbire l'elettrico; o è un effetto di equilibrio rispettivo tra i fili e l'aria, che li richiama al sito lor naturale.

ARTICOLO III.

Dei movimenti elettrici di attrazione a vicenda e di ripulsione.

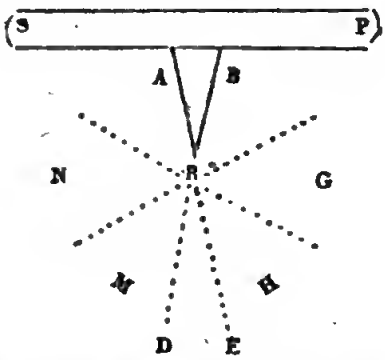
111. Quando l'attrazione e ripulsione elettrica operano a vicenda, due specie di movimenti ne possono seguitare. Il primo è dell'aria contigua a una punta elettrizzata, detto il *venticello elettrico:* l'altro è dei mobili, che attratti e poi respinti dal corpo elettrizzato, si mettono ad oscillare.

E quanto al venticello elettrico, basta appressare la mano a una punta che sporge fuori dal conduttore elettrizzato della macchina elettrica, e sentirete un soffio d'aria continuo, che muove dall'apice della punta alla mano. E perciocchè l'elettrico, come si è mostrato di sopra (70.), spiccia fuori di quell'apice agevolmente,

potrebbe credersi, non altro essere quel vento, che aria sospinta alla mano dall'elettrico eccessivo nell'uscir fuori dall'apice della punta.

Ma non è così altramenti: perchè lo stesso vento soffia egualmente contro la mano anche da una punta elettrizzata per difetto, cioe da quella punta eziandio, che assorbe l'elettrico dall'aria contigua. E per torre ogni dubbio, sottoponete uno strato d'olio contenuto in largo piatto metallico a una punta elettrizzata, e vedrete l'olio sempre abbassarsi egualmente, o sia la punta positiva, o sia negativa. Ora come può l'aria esser mossa nei due casi nella medesima direzione dall'elettrico, se questo in un caso muovesi in direzione contraria affatto a quella dell'altro? Quel vento adunque non è impulso dato all'aria dall'elettrico.

Fig. 33.

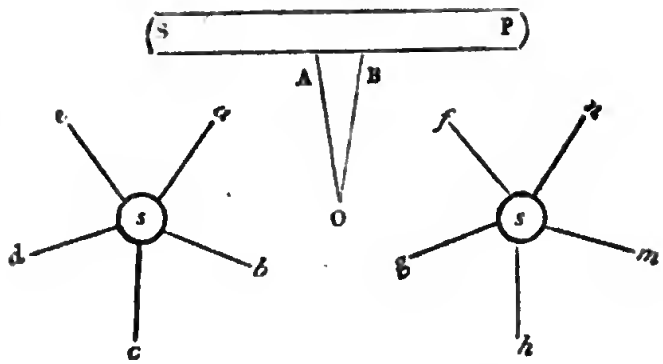


112. La vera causa del fenomeno è da vedersi nella ripulsione ed attrazione elettrica dell'aria adjacente alla punta. Sia la punta ARB (*Fig. 33.*)

sporgente dal conduttore SP elettrizzato o per eccesso, o per difetto; certo è, doversi elettrizzare similmente anche tutta l'aria ARB contigua alla punta. Ma giusta la teoria della ripulsione elettrica (107.), queste particelle d'aria similmente elettrizzate, hanno come a fuggirsi e respingersi l'una l'altra, per l'attrazione che tutte le sforza a passare nelle più lontane meno elettrizzate. Ora fra tutte le particelle d'aria, quelle in R rimpetto alla punta debbono muoversi le prime, perchè cacciate alle spalle in direzioni pressochè cospiranti dalle particelle in AR, BR lunghesso la punta. ed ecco mossa l'aria dall'apice R della punta verso DE, o ella sia positiva, oppur negativa.

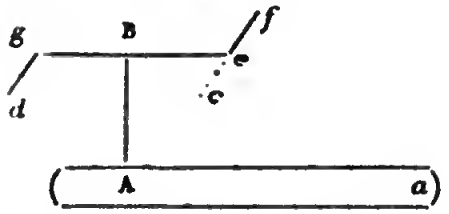
Il corso impertanto dell'aria dall'apice R verso DE ne invia subito un altro dell'aria laterale H, C, B, M, N, A verso il detto apice; dovendo l'aria laterale, per legge comune a tutti i fluidi, accorrere al vacuo lasciato in DRE dal primo corso: e la detta aria laterale meno elettrizzata dell'apice R, dovrà eziandio toccarlo per attrazione elettrica; e però, divenuta a quel tocco egualmente positiva, o negativa come l'apice, ne sarà tosto respinta come la prima aria da R verso DE. e così seguitando, avremo due correnti d'aria continue, l'una dall'apice R verso DE, l'altra di tutta l'aria laterale verso il detto apice.

Fig. 34.

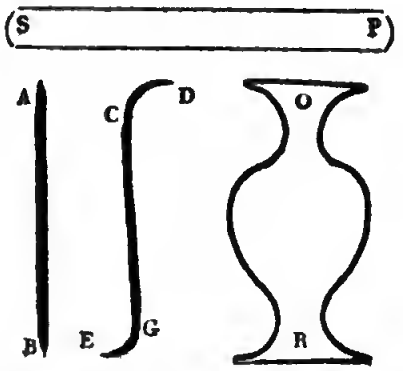


113. Per vedere col fatto quest'affluenza dell'aria laterale verso l'apice della punta, abbiatevi una ruota, o mulinello *abcde* (*Fig. 34.*) assai leggero, fatto con ali *as, cs* ec. di carta, e mobilissimo intorno al suo centro *s* posto in bilico sopra un perno verticale. Avvicinando cotal mulinello a destra della punta AOB elettrizzata, come nella figura, il vedrete girar velocemente nella direzione *abcd;* e portandolo dall' altra parte a sinistra, ruoterà egualmente, ma nella direzione contraria *fghmn:* argomento sicuro della corrente laterale dell'aria, mossa da A, non meno che da B, verso l'apice O.

Fig. 35.

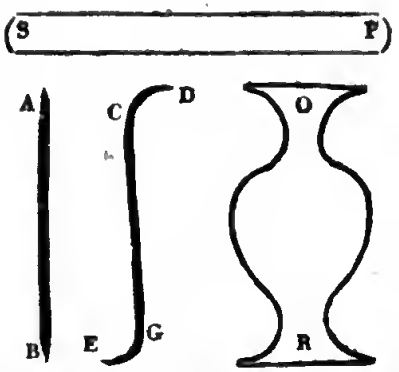


Così pure, fissato sul conduttore A*a* (*Fig. 35.*) il perno metallico AB, e posto in bilico sul detto perno il filo pure metallico *ge* che termina in punta in amendue i capi, si osserva; che ripiegandoli verso la stessa parte, come *gd*, *ec*; il filo sebben fortemente elettrizzato si resta immobile, perchè in mezzo a due correnti d'aria laterali contrarie; l'una, cioè, che lo spinge da *d* verso *g*, l'altra da *c* verso *e*. Ma ripiegate in opposito le due punte, come *gd*, *ef*, cospirano amendue le correnti a rotare il filo velocemente nella direzione *dg*, *fe*. *Fig. 36.*



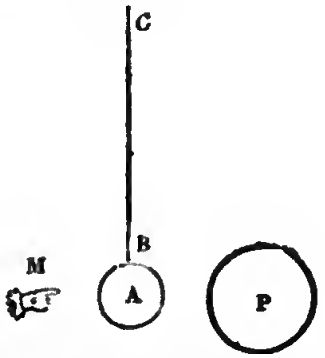
Egualmente un filo di carta argentata AB (*Fig. 36.*), che sotto al conduttore SP elettrizzato, riceve anche in distanza l'elettrico per l'a-

Fig. 36.



pice A superiore, e lo trasmette nell'aria per l'altro inferiore B, preso in mezzo dai due venti contrari che spirano contro A e B, si sta pendulo nell'aria senza alcun moto. Ma rivoltate in verso contrario obliquamente le sue estremità, come CD, EG, eccolo tosto in rotazione, e sì rapida, che piegandosi un po' in arco la parte di mezzo GC, prende in quel moto la regolar figura d'un vaso OR.

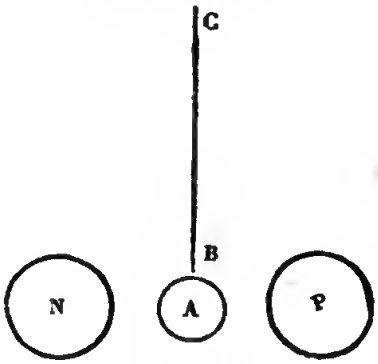
Fig. 37.



114. L'altra specie di moto sopraccennata, cioè l'oscillatorio, è facile a prevedersi in un mobile attratto a vicenda e respinto dal corpo elettrizza-

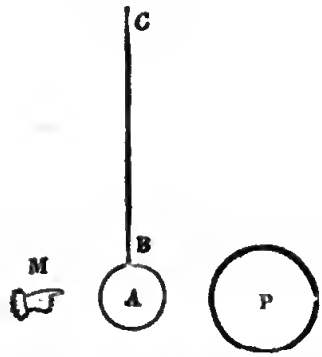
to. Pognamo la pallina A (*Fig. 37.*) conduttrice ed isolata dal filo BC di seta, fra il conduttor positivo P e la mano od altro conduttore M non isolato. Se la pallina A attratta dal conduttor P lo tocchi, si farà ugualmente a lui positiva, e però ne sarà tosto allontanata e respinta alla mano M, toccando la quale, perderà la pallina ogni eccesso acquistato dal conduttore; e quindi ritornata essa allo stato primiero, sarà tratta nuovamente al conduttore, e poi respinta alla mano: e così di seguito, oscillando mai sempre, finchè dura l'elettrico eccessivo del conduttor P.

Fig. 38.



E tal movimento riuscirà meglio, collocata la palla fra il conduttor P positivo, e l'altro N negativo (*Fig. 38*); perciocchè alla ripulsione della pallina, dopo aver ella toccato il conduttor P positivo, si unisce l'attrazione dell' altro negativo N, per condurla dal primo al secondo; e per le medesime vien ricondotta dal secondo nel primo.

Fig. 37.



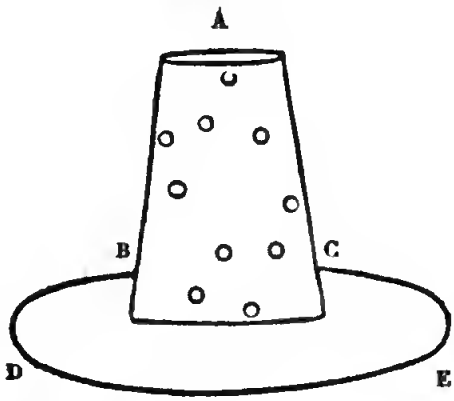
Che anzi nella prima esperienza, essendo la mano M (*Fig. 37*) comunicante col suolo, la palla qui pure oscilla in verità fra il positivo P, e la mano M negativa; sapendo già, che l'atmosfera premente positiva del conduttor P fa negativa la mano M, e conseguentemente anche la pallina A, quando tocca la mano.

115. Lo scampanio elettrico, il danzare delle pallottole, o figurine, ed altri siffatti giuochi della macchina elettrica, si riducono tutti allo stesso principio, cioè all'oscillazione di un mobile fra corpi elettrizzati in opposito. E si noterà mai sempre, esser quel movimento in pari circostanze tanto più rapido, quanto è più facile a' corpi elettrizzati il comunicare della propria carica al mobile. Veggiamolo col seguente esempio.

Elettrizzate per eccesso l'interna superficie di un bicchiero di vetro, al modo stesso di una bottiglia di Leyden; il che si può fare anche senza

le armature metalliche. Basta abbracciare colla mano l' esterna superficie del bicchiero verso il suo fondo, e portare l'interna a toccare una palla metallica che riceve l'elettrico dal conduttore della macchina. Allora la mano, che abbracciando il vaso fa l'uffizio di armatura esterna, lo giri in maniera, che la palla trascorrendo i vari punti dell'interna superficie, possa tutta caricarla. Levato indi il bicchiero dalla palla, si avrà tanto positiva l'interna di lui superficie, quanto è negativa l'esterna.

Fig. 39.



Mettete ora capovolto questo bicchiero elettrizzato ABC (*Fig. 39.*) sopra alcune palline assai leggiere portate dal piatto metallico DE, e tosto le vedrete saltellar tutte nel bicchiero, attratte a vicenda, e respinte dall'elettrico eccessivo dell' interna superficie, che per mezzo delle

palline si va scaricando nel suolo. Ma perchè l'interna superficie del vetro non può ceder del suo elettrico eccessivo, se non quanto ne riceve l'esterna dalla mano che la tocca. ne viene, che levata la mano dal vaso, quella danza si va rallentando; e se l'aria ambiente molto asciutta non possa comunicare elettrico alla esterna superficie, non andrà molto, che le palline terminando il loro giuoco, si vedranno ferme del tutto; per poi ripigliarlo prontamente, tornando la mano, come prima, al contatto del vaso.

116. Ed eccovi aperto finalmente tutto l'artifizio di quel moto, che si riguarda come perpetuo nella nota mia macchina. In questa vedesi un'asta verticale dondolare incessantemente fra due colonne. Or bene: quell'asta è un mobile, che porta in cima un conduttore isolato; e le due colonne sono due corpi elettrizzati in opposito. Dunque in forza delle attrazioni e ripulsioni elettriche, dee quell'asta oscillare continuamente fra le due colonne. come poi queste conservino sempre viva la propria carica elettrica, il vedremo nella seconda parte di quest'Opera; ma la sorgente di quella carica ci verrà tosto mostrata dal seguente Capitolo.

CAPO V.

DEGLI ELETTROMOTORI.

117. L'elettrizzamento de' corpi considerato sin quì, trae la sua origine dallo sfregarsi di un corpo coll'altro. Appresso si trovarono altre maniere di elettrizzamento, siccome è quello prodotto dall'evaporazione dell'acqua, o dal solo calore nella turmalina ed altre gemme preziose. Le quali maniere comechè diverse fra loro, tutte però si accordano in questo, di smuover l'elettrico per via di altro moto. Solamente all' età nostra era riserbato veder questo fluido sprigionato e mosso rapidamente pel solo toccarsi di due corpi fra loro. Questo secreto ammirabile della natura, germe fecondo di vastissima scienza, a sommo onore della moderna Fisica, e dell'Italia, ci fu disvelato dall' incomparabile Elettricista, il gran Volta. Ecco la storia.

L'insigne Professore di Notomia nell'Università di Bologna, Luigi Galvani, dietro l'esperienza riferita di sopra (42.) ebbe a discuoprire con universal maraviglia, l'anno 1791, che senza far uso d'alcuna

elettricità artificiale, un ranocchio morto di fresco, si scuote e dibatte fortemente col solo applicare al medesimo, o a qualche suo membro dei conduttori metallici, disposti in guisa da formare un arco di comunicazione fra una parte e l'altra dell' animale, massimamente fra nervo e muscolo. Siffatte scosse, o contrazioni, simili affatto a quelle date da una bottiglia di Leyden, e che mancavano al tutto, quando il predetto arco veniva interrotto da sostanza isolante, si mostravano apertamente quali effetti d'una corrente elettrica, che attraversava il corpo dell' animale, o una parte del medesimo.

Ma non era del pari manifesta l'origine di questo elettrico. Lo scuopritore Galvani il credea generato dagli organi stessi animali, e che fosse elettrico loro proprio e singolare, il quale perciò fu da lui appellato *Elettricità animale*. Quindi Egli rassomigliava ogni muscolo col suo nervo corrispondente, ad una bottiglia di Leyden elettrizzata, e pensava, che come questa si scarica mettendo in comunicazione le sue armature con arco metallico; così pure, fatta la comunicazione metallica fra muscolo e nervo, si scaricasse l'elettricità animale, e ne venisse la scossa particolarmente nelle rane, che o vive, o uccise di fresco, si mostrano sommamente irritabili all'impression dell'elettrico.

Una spiegazione cotanto ingegnosa, e che promettea di spargere nuovi lumi nella Fisica animale, piacque in sulle prime anche al Volta; ma poscia indagando Egli più acuratamente coll'esperienza, riconobbe, che per produrre le già dette contrazioni era sempre necessario applicare all'animale un arco di comunicazione, composto di conduttori fra lor differenti, come sarebbero due metalli di specie diversa. E quindi argomentò, che l'elettrico scuotitore dell'animale, non dagli organi animali, ma dal toccarsi fra loro due diversi conduttori, traesse la sua origine. Per lo che, dove prima col Galvani credea l'animale solo agente e produttore dell'elettrico, e i metalli reputava non altro che conduttori di questo elettrico; sostenne in appresso, esser l'animale puramente passivo, e veri agenti i metalli come motori dell'elettrico pel mutuo loro contatto.

118. A vedere impertanto i fondamenti di questa sua dottrina, dobbiamo con Lui distinguere i conduttori dell'elettrico in due classi. Altri *secchi*, e sono tutte le sostanze metalliche e carbonose, altri *umidi*, cioè l'acqua o pura, o salata, o acida, e generalmente tutti i corpi che per l'umido in essi contenuto, possono tradurre in qualche modo l'elettrico (6. III.). Ora la proprietà di sbilanciare e smuover l'elettrico pel solo mutuo contatto di due corpi, proprietà che dicesi

forza, o *facoltà elettromotrice*, è comune a tutti i conduttori di ambe le classi; ma non si appalesa colla stessa energia, nè colle stesse leggi per lo mutuo contatto fra secco e secco, o fra secco e umido, o fra umido e umido. È mestieri trattare singolarmente ciascun caso.

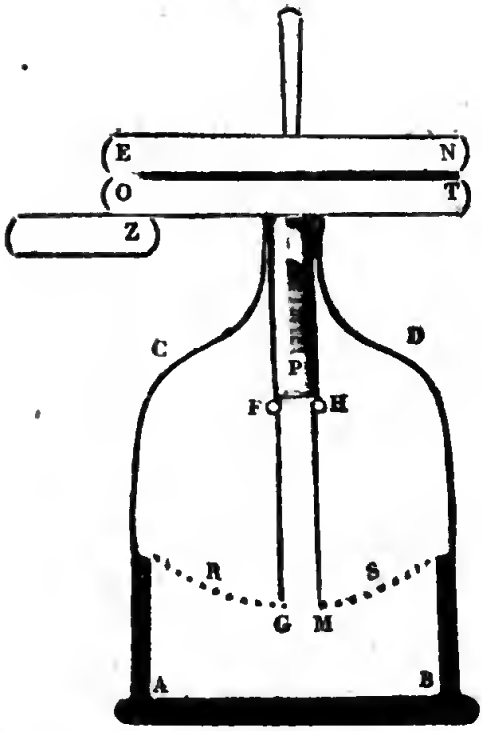
ARTICOLO I.

Della facoltà Elettromotrice fra secco e secco.

119. Per dimostrare coll'esperienza, che posti a immediato contatto fra loro due conduttori secchi differenti, come sono due metalli di specie diversa, basta quel solo contatto a sbilanciare l'elettrico lor naturale, e farlo passare da l'un metallo nell'altro, è duopo servirsi di un Elettrometro ACDB, che porta annesso in luogo del bottone il condensatore EOTN, nel modo già sopra descritto (95.), e le cui fogliette FG, HM sono mobilissime. Io soglio usarle di oro battuto al massimo grado di sottigliezza, lunghe due pollici, e larghe poco più d'una linea.

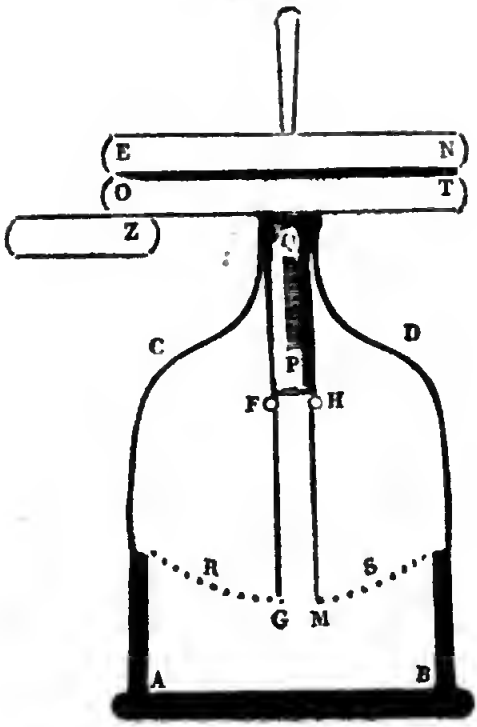
Preso quindi fra le dita un pezzo di zinco Z, portatelo a toccare qualsivoglia punto metallico del collettore OT, che è di ottone; e mentre

Fig. 40.



lo tocca, fate comunicare il piattello EN col suolo, siccome fu prescritto nell'uso del condensatore (95.). Dopo ciò, tolto via il zinco Z da quel contatto, e levato il piattello superiore EN, tosto le fogliette FG, HM si aprono da due in tre linee per elettricità, che troverete negativa. Dunque il zinco Z toccando l'ottone O, rubò a questo del suo elettrico naturale, che dal zinco Z passò al terreno per mezzo del vostro corpo: di che l'ottone O è rimasto elettrizzato per difetto. Che se il piattello OT fosse di zinco, e voi lo toccaste

Fig. 40.



con un pezzo di ottone tenuto in mano, fatta la stessa operazione, le fogliette FG, HM si apriranno al grado medesimo, ma positive: il che conferma la mossa, o spinta dell'elettrico dall'ottone nel zinco pel solo toccarsi immediatamente l'un l'altro.

A determinare però quanta sia la tensione elettrica, che realmente si sviluppa pel toccamento dei due metalli, bisogna por mente all'azione del condensatore EN TO. Imperciocchè se, come fu insegnato di sopra (96.), si rilevi, che que-

sto condensatore EN TO ingrandisce, *e. g.*, cento volte una data tensione, si dovrà conchiudere, che la tensione elettrica di due in tre linee, avuta nelle qui addotte esperienze, è cento volte maggiore di quella che realmente si dispiega per l'immediato contatto dell'ottone col zinco, e perciò diremo, che l'ottone toccando il zinco, spinge in questo l'elettrico, e ne lo carica per eccesso a una tensione, che è la centesima parte di quella che apre le fogliette a due o tre linee: tensione, come ognun vede, sì piccola che qual insetto impercettibile ad occhio nudo, non si sarebbe veduta giammai senza il microscopio elettrico, qual è il condensatore.

Fig. 40

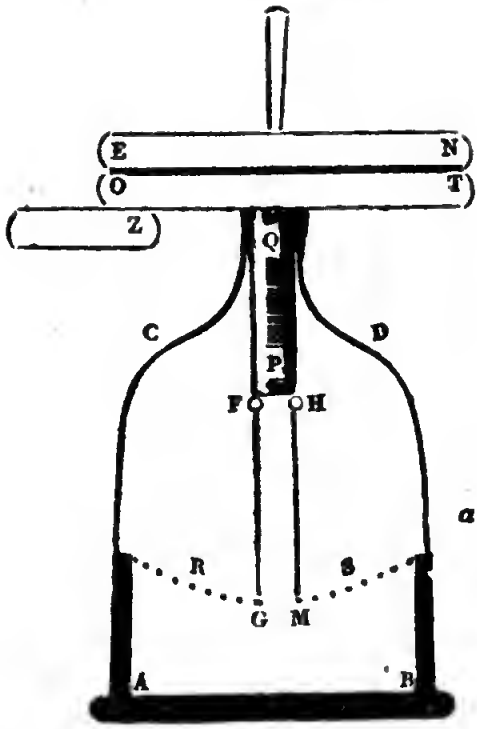
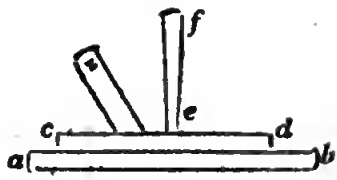


Fig. 41.



120. Ma si può crescere più ancora di tre linee la tensione, coll'adoperare due condensatori, nel modo già sopra descritto (95.). Abbiasi adunque a tal uopo un altro condensatore di tre in quattro pollici di diametro (*Fig. 41.*) il cui piattello collettore *cd* di rame, o di ottone (che in tali esperienze si comporta a un dipresso come il rame) sta combaciato sul piano semicoibente *ab*. Indi col pezzo di zinco *z* tenuto in mano, si tocchi il detto collettore *cd*, il quale essendo di rame, dee per la forza elettromotrice comunicare del

proprio elettrico naturale al zinco z; e però tolto via dal contatto questo zinco z, e levato pel suo manico isolante *ef* il collettore *cd*, l'avremo elettrizzato per difetto a un grado di tensione corrispondente all' attività del condensatore *ab*. Se dunque il collettore *cd* così elettrizzato si porti a toccare l' altro collettore TO annesso all' Elettrometro, mentre il piattello superiore EN comunica col suolo (*Fig.* 40.); e poscia rimesso il collettore *cd* sul suo piano semicoibente *ab*, si torni a toccarlo col zinco z, per poi ripetere un secondo toccamento del collettore *cd* con l' altro TO, e allo stesso modo un terzo, un quarto ecc.; si verrà accumulando tal carica nel collettore TO, che levato il piattello superiore EN, le fogliette daranno la tensione anche maggiore di un pollice.

Si può sostituire al corpo semicoibente *ab* un piatto di zinco, con una faccia del quale si combaci esattamente la faccia del collettore *cd* di rame; essendosi dimostrato dal Volta, che i due metalli toccandosi a questo modo, oltre all'essere elettromotori, fanno eziandio l' ufizio del condensatore. Allora dunque senza più, basterà soprapporre il collettore *cd* di rame sul piatto di zinco; e indi, separato il detto collettore *cd* sempre isolato, farlo toccare all' altro collettore TO: e replicando più volte l'operazione, se ne avrà l' effetto medesimo all' Elettrometro.

121. Mettendo alla prova con gli addotti sperimenti qualunque conduttor secco a contatto di un altro pur secco, ma di specie diversa, si è veduto, esser questi veri motori, od eccitatori dell'elettrico, detti perciò *elettromotori*, in quanto che due di questi di specie diversa posti a mutuo contatto, l'elettrico naturale dell'uno vien mosso e spinto nell'altro. Il che è verità di fatto, certissima per esperienza, quantunque la ragione del fatto si resti ancora fra gli arcani della natura. Ciò nondimeno lo Scuopritore di questa ammirabile proprietà dei corpi penetrò eziandio felicemente in quelle leggi ond'è regolata.

E primieramente, non tutti i conduttori secchi posseggono la detta facoltà elettromotrice allo stesso grado; ma dietro l'esperienza Egli ha potuto disporre in serie o scala i vari conduttori secchi con tal ordine, che il precedente nella medesima spinge l'elettrico nel susseguente, col qual fosse a contatto. I principali che compongono la serie col predetto ordine sono i seguenti,

Ossido nero di manganese
Carbone
Piombaggine
Oro
Argento
Rame
Ferro

Piombo
Mercurio
Stagno
Zinco.

In questa serie Egli ha osservato le seguenti regole:

I. Che tanto è maggiore la forza elettromotrice di due conduttori secchi posti a mutuo contatto, quanto più sono distanti fra loro nella serie predetta. Il rame, a cagion d'esempio, spinge l'elettrico assai più nello stagno, che nel mercurio, e più nel zinco che nello stagno. E però la massima forza elettromotrice, e quindi la massima tensione elettrica, che possa aversi pel contatto di due conduttori secchi, sarà quella dei due estremi della serie, cioè dell' ossido nero di manganese accoppiato col zinco; ma questa tensione è tuttavia sì meschina, che senza l' uso del condensatore non si sarebbe discoperta giammai.

II. In questa serie degli elettromotori secchi v' ha un tal ordine, che il grado di forza con che uno di questi spinge l'elettrico in altro comunque lontano nella serie che lo toccasse, quel grado di forza è uguale alla somma di tutti i gradi intermedj. Mettiamo, *e. g.*, che la forza di spingere l' elettrico

dal rame nel ferro sia . .	4
dal ferro nel piombo . .	3
dal piombo nello stagno .	2
dallo stagno nel zinco . .	3
	12

La somma di tutte queste forze intermedie è dodici. Or bene, è uguale anche a dodici la forza con cui il rame spinge l'elettrico nel zinco, che toccasse immediatamente. Disposta adun-

Fig. 42.

Fig. 43

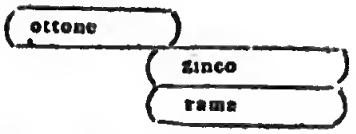
que da un lato una pila di metalli diversi (*fig. 42*), quali sono rame, ferro, piombo, stagno, zinco, che si tocchino l'un dietro l'altro; e fatta da un altro lato una sola coppia di rame e zinco, che si toccano immediatamente (*fig. 43*); si trova che il zinco della pila (*fig. 42*) è egualmente elettrizzato per eccesso, come il zinco della coppia (*fig. 43*): onde il rame spinge l'elettrico nel zinco colla stessa forza, o lo tocchi imme-

diatamente, o comunichi con lui per mezzo di altri metalli interposti di qualunque numero e specie.

III. La forza elettromotrice, opera egualmente anche quando i due diversi conduttori, che si toccano l'un l'altro, sieno per altro mezzo elettrizzati. Supponete la forza elettromotrice del rame accoppiato col zinco, essere di tal valore, che il zinco debba avere un grado più di elettrico del rame a spese del rame: e supponete ancora, che un pezzo di rame sia stato elettrizzato per eccesso colla macchina elettrica, e un pezzo di zinco abbia acquistato dalla macchina lo stesso elettrizzamento alla tensione medesima. Finchè i due pezzi non si toccano fra loro, si conservano uguali amendue in tensione; ma posti a contatto l'uno dell'altro, la forza elettromotrice spinge tanto elettrico dal rame nel zinco, che questo si troverà per quel contatto più positivo di un grado del rame. E per la stessa ragione elettrizzati amendue separatamente per difetto alla tensione medesima, e poscia uniti in contatto, la stessa forza elettromotrice fa, che il zinco ricevendo elettrico dal rame, sia questo più negativo di un grado del zinco.

IV. Finalmente, due forze elettromotrici uguali e contrarie si distruggono scambievolmente. Prendete una coppia di rame e zinco, insieme combaciati, come si vede qui appresso nella fig. 44.;

Fig. 44.



e tenendo il rame posato sulla mano, fate che il zinco soprapposto tocchi l' ottone del collettore annesso all' Elettrometro, ed operando al solito per mezzo del suo condensatore, non vi riuscirà mai di produrre alcuna tensione alle fogliette dell' Elettrometro. Poichè quanta è la forza elettromotrice del rame nello spingere all' insù l' elettrico verso il zinco, altrettanta incirca è quella dell' ottone del collettore nel cacciare in giù verso lo stesso zinco l' elettrico. Dunque le due forze uguali e contrarie tolgono all' elettrico di moversi, e il tutto rimansi in istato naturale

ARTICOLO II.

Della forza elettromotrice fra secco ed umido.

122. A provare la forza elettromotrice dei conduttori secchi in contatto degli umidi, abbiasi per conduttor secco un piattello di zinco, di tre in quattro pollici di diametro, guernito del

suo manico isolante. Riguardo all' umido, si disponga un piano di legno, di cartone, o di pelle imbevuta d' acqua, non però a segno di lasciare un velo aqueo sulla faccia del zinco, cui dee applicarsi. Basta dunque posare la detta faccia del zinco sul piano umettato, e poscia, levato il zinco sempre isolato, portarlo a toccare il collettore annesso all' Elettrometro, operando come fu insegnato più volte nell' uso del condensatore unito all' Elettrometro. Dopo molti di que' toccamenti, si giunge finalmente a produrre una tensione negativa. Il zinco adunque, che per forza elettromotrice si elettrizza sempre per eccesso a contatto di qualsivoglia conduttor secco, cede per lo contrario del proprio elettrico, e divien negativo in contatto dell' umido.

123. Dal numero dei toccamenti, necessario per aver in queste esperienze la tensione elettrica di un dato grado, si argomenta il valore della forza elettromotrice fra secco e umido. quindi lo Scuopritor ha dedotto;

Fig. 45.

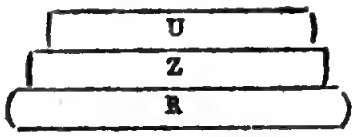


Fig. 46.

I. Che nel mutuo contatto fra secco e umido non v' ha quell' ordine regolare soprannotato nei secchi (121. II.) Posto, *e. g.*, che il rame R nella figura 45, spinga l' elettrico nel zinco Z con una forza eguale a dodici, e questo zinco Z spinga l' elettrico nell' umido U con due gradi di forza, non si verifica, che lo stesso rame R (*Fig. 46.*) spinga l' elettrico immediatamente in quest' umido U con forza eguale a quattordici gradi, perchè ve lo spinge con forza di gran lunga minore.

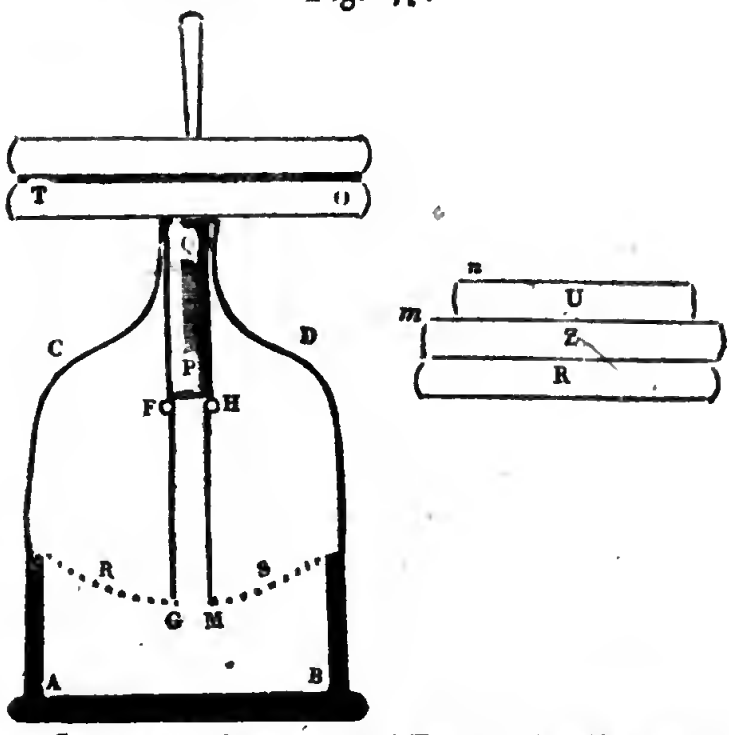
II. Eccettuati alcuni acidi molto forti, e liquori alcalini, che toccando certi metalli dispiegano una forza elettromotrice assai notabile; generalmente, l' acqua o pura, od anche impregnata di sali, toccando i metalli, la dimostra sì debole, da poterla trascurare in paragone della forza elettromotrice, che opera nel contatto di due metalli molto lontani nella scala (121), com' è quella del rame col zinco.

III. E però l' acqua o pura, o impregnata di sali, toccando il rame od il zinco, si considera qual conduttrice soltanto dell' elettrico, e non elettro-

motrice, in quanto che la forza elettromotrice di tal acqua che tocca il rame od il zinco, non può alterare sensibilmente l' altra forza che opera nell' immediato contatto del rame col zinco.

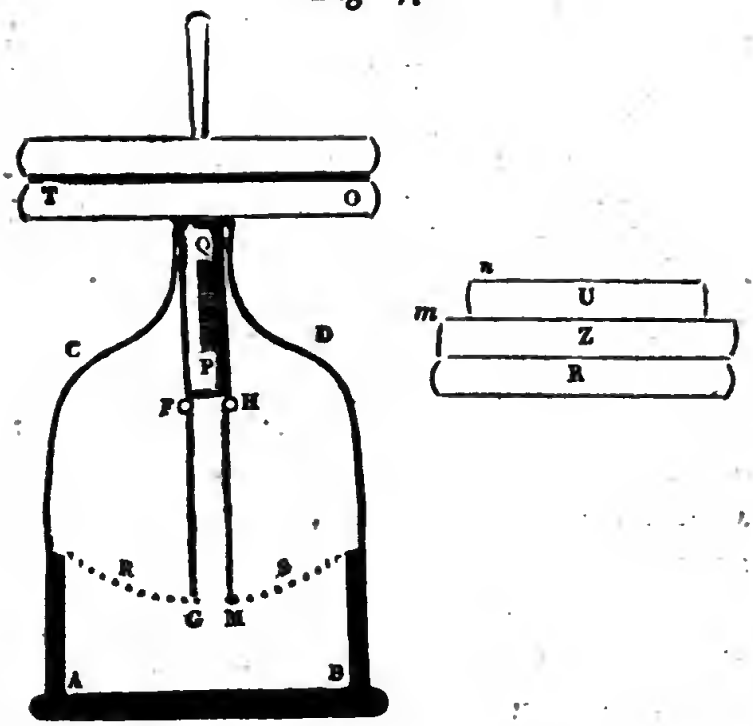
124. Si può veder chiaramente questa proprietà dell' acqua a contatto di un secco nella seguente sperienza.

Fig. 47.



Se posato il rame R (*Fig. 47*) sulla mano, il zinco Z che gli sta sopra, tocchi con qualche suo punto *m* l' ottone O del collettore, si è veduto già (122. IV), non poterne venire alcuna tensione all' Elettrometro, trovandosi il zinco Z

Fig. 47.



fra due forze elettromotrici uguali e contrarie. Ma se soprapposta al zinco Z una carta U umettata di acqua, essa tocchi con qualsivoglia suo punto *n* l' ottone O, allora, fatte le debite operazioni al condensatore, si vedranno le fogliette dell' Elettrometro aprirsi per elettricità positiva.

Per la quale sperienza è manifesto, che l' umido U interposto fra l' ottone O al di sopra, ed il zinco Z al disotto, impedisce all' ottone O l' esercitare la sua forza elettromotrice col detto zinco; forza, che come s' è detto, avrebbe trova-

to altrettanta resistenza nell' altra del rame R verso lo stesso zinco Z; ma questa potendo adesso liberamente operare senza il contrasto della prima, il zinco Z si farà positivo a spese del rame R: la qual carica positiva del zinco si comunicherà eziandio all' umido U, come a conduttore; e da questo al collettore O, che per mezzo del condensatore farà vedere all' Elettrometro la tensione di quella carica.

E se, rivoltata la coppia metallica, il zinco Z posi sulla mano, e sopra il zinco il rame R colla carta soprapposta U, la qual tocchi il collettore O; se ne avrà all' Elettrometro una tensione uguale alla precedente nel grado, ma però negativa; tale essendo la carica del rame pel suo contatto col zinco.

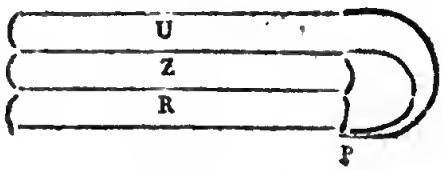
126. Così è adunque; che l' umido interposto fra due metalli comunque diversi, impedisce ai medesimi l' esercitare fra loro alcuna forza elettromotrice; e lo stesso umido s' adopera qual semplice conduttore dell' elettrico smosso dal contatto immediato di altri metalli.

Ora un conduttore in istato naturale ed isolato, comunicando con altro conduttore di già elettrizzato, egli pure elettrizzasi allo stesso grado di tensione, quando la sorgente del conduttore elettrizzante sia continuata e perenne (63); e tale è lo stato del conduttore umido U, che nell'

addotta esperienza comunica col zinco Z elettrizzato per eccesso dal suo toccarsi col rame R sottoposto; (imperciocchè, essendo continuo quel toccamento, anche la forza elettromotrice, che spinge l' elettrico dal rame R nel zinco Z, è al tutto continua): e però il zinco Z elettrizzato da tal sorgente perenne di carica, elettrizzerà pure il soprapposto umido U allo stesso grado di tensione; a quello, cioè, che è proprio della forza elettromotrice fra zinco e rame. E se l' umido U comunicasse con altro conduttore di qualunque spezie e capacità, purchè isolato, la stessa forza elettromotrice caverà dal rame tanto elettrico, da caricare il zinco e l' umido, e l' altro conduttore al grado stesso di tensione, che avrebbe il zinco da se solo toccando il rame.

126. Che sarebbe adunque nel caso, che l' umido soprapposto al zinco, si facesse comunicare col rame al medesimo sottoposto? è facile a prevedersi, che ne verrebbe un circolare continuo dell' elettrico per i tre corpi. Ciò si vede chiaramente nella figura 48, dove il conduttor

Fig. 48.

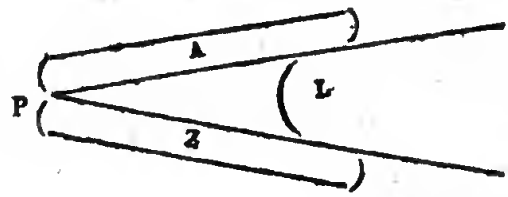


umido, ossia la carta umettata U, piegandosi in arco, si continua sino al rame R, toccandolo in P. Certo che il rame R, per virtù elettromotrice spinge l' elettrico nel zinco Z, donde per la facoltà conduttrice, passa all' umido U; e per la stessa facoltà conduttrice, dall' umido U rientra nel rame R. ma questo, per la continuazione della forza elettromotrice, replica il giuoco di prima; e quindi l' elettrico è forzato a circolare incessantemente per questi tre corpi.

127 A render sensibile il continuo girar dell' elettrico nel caso detto, serve l' esperienza fatta la prima volta dal Sulzer dell' Accademia di Berlino, l' anno 1761; tempo nel quale i Fisici erano ancora assai lontani dal poterla credere opera dell' elettrico. E questa è il sapore acre e piccante, che prova la lingua intercetta fra due diversi metalli posti a mutuo contatto. Prendete un pezzo d' argento, come sarebbe un cucchiajo, o moneta di questo metallo, ed applicatelo sopra l' apice della lingua; ed indi a questa sottopònendo un pezzo di stagno, di zinco, od anche la faccia metallica della carta detta d' argento, fate che le due estremità dei metalli sporgenti fuor della bocca, si tocchino l' una l' altra, tosto a quel toccamento, avrete nella lingua la sensazione del sapore già detto; sensazione continua ed incessante, finchè si mantengono in contatto fra loro que' due metalli.

Or bene: cotal sapore non d'altro proviene, che da un' agitazione, o scossa continuata dei nervi dell' organo del gusto, cagionata dall' elettrico, che in quel toccamento dei metalli circola continuo per la lingua. Nella figura 49. L rappresenta la lingua, interposta fra l' argento A, ed

Fig. 49



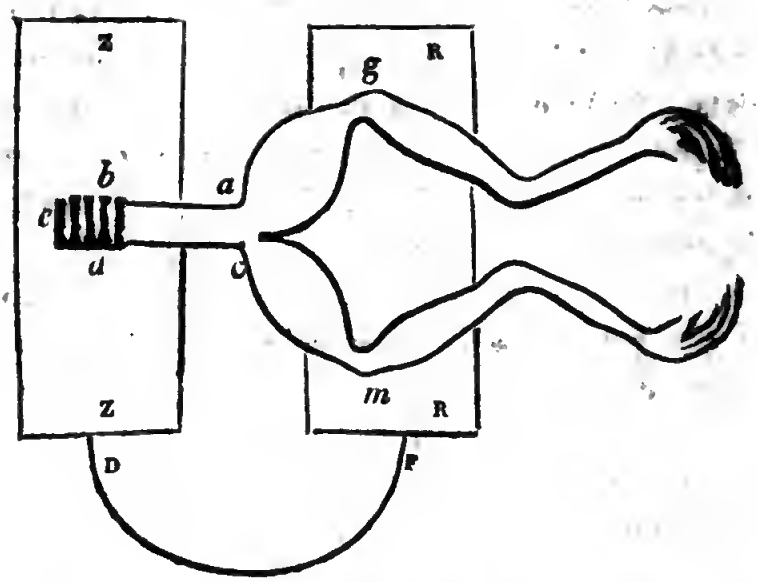
il zinco Z; dove è chiaro, che l' argento A toccando il zinco Z in P, vi spinge l' elettrico; che poi attraversando la lingua L, corpo umido, che fa l' uffizio di semplice conduttore, ripassa nell' argento A, e da questo nuovamente respinto nel zinco Z, torna alla lingua; e così di seguito.

Per la stessa ragione voi avrete una sensazione di luce, se l' elettrico smosso dal contatto dei due metalli, possa operare sui nervi della vista. Uno dei due metalli, che servì all' esperienza precedente, collocato in bocca, tocchi da una parte in alto la mandibola superiore, e l' altro metallo la tocchi similmente dall' altra parte. Al toccarsi fra loro le due estremità dei metalli fuor della bocca, guizza tosto negli occhi un

bagliore, o lampo di luce. Ciò viene dall' essere gli umori animali conduttori imperfetti, per li quali l' elettrico si dirama, allargandosi in ogni parte (87): e però, in questa esperienza, dagli umori della mandibola si ramifica e distende perfino ai nervi ottici, crollando i quali, tosto risponde la sensazione della luce.

129. Questa dottrina dell' elettrico, messo in giro per mezzo di un circolo composto di due diversi conduttori secchi, che si toccano immediatamente l' un l' altro in una parte, e da un conduttore umido che tocca in un' altra i due secchi; questa dottrina, dico, spiega compiutamente ogni fenomeno delle contrazioni muscolari, o scosse nei ranocchi ed altri animali, cagionate dai contatti metallici. Imperciocchè, se nelle esperienze sopra recate in luogo della lingua, o dei nervi ottici, pongasi una rana preparata nel modo già descritto per lo contraccolpo elettrico (42); essendo pure il corpo della rana conduttore umido, e perchè morta di fresco, sommamente irritabile agli stimoli della corrente elettrica; non sarà maraviglia il vederla agitarsi e scuotersi fortemente in quella che si compie il detto circolo.

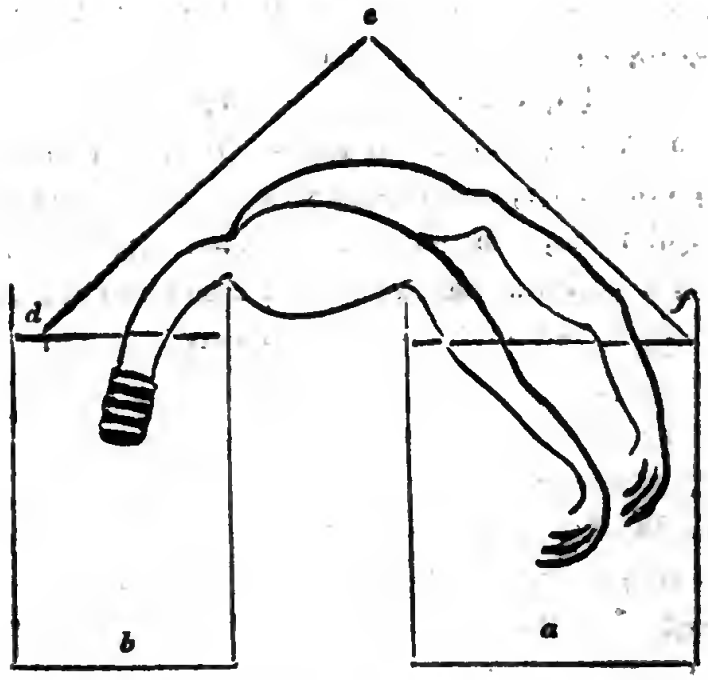
Fig. 50.



La figura 50 rappresenta questo circolo, di cui è parte la rana. *ag*, *cm* sono le due cosce, che restano appiccate ai soli due nervi crurali, *ab*, *cd*, i quali si raggiungono ad una porzione del dorso, o midolla spinale *e*. Sottoponendo dunque la piastrella di rame R R alle cosce, e sotto i nervi l' altra di zinco Z Z, qualunque volta il rame R si porti a toccare immediatamente il zinco Z, ecco tosto la rana in convulsione, scuotere e dimenare ogni membro. Lo stesso avviene, lasciando fermi i due metalli R e Z, ed usando in vece di un arco F D di qualunque altro metallo; perciocchè, come si e veduto (121. II.), il rame R, o tocchi immediatamente il zinco Z,

o fra questi due metalli si frapponga un terzo di qualunque spezie, sempre è vero, che il rame R sospinge l' elettrico colla forza medesima nel zinco Z, dal quale passa nella rana, corpo umido, ove restringendo il suo cammino per i due nervi crurali *ba*, *dc;* si trasmette nelle cosce, e quindi al rame, che nuovamente lo ricaccia nel zinco; e così via via circolando, eccita le contrazioni muscolari in tutto il corpo dell' animale.

Fig. 51.



Nè fa d' uopo in tali esperienze, che la rana tocchi immediatamente i due metalli elettromotori: basta farla comunicare coi medesimi per via di conduttori umidi. Fate pescare le gambe della rana nell' acqua *a* (*Figura 51*) di un vaso di vetro, ed i nervi crurali nell' acqua *b* di altro vaso: la rana si scuoterà egualmente, col mettere in comunicazione fra loro le due acque per mezzo di un arco, fatto con due differenti metalli; *ed*, *e. g.* di zinco, ed *ef* di rame: perchè l' elettrico vien sempre eccitato dal toccarsi fra loro i due metalli in *e*; e le due ac-

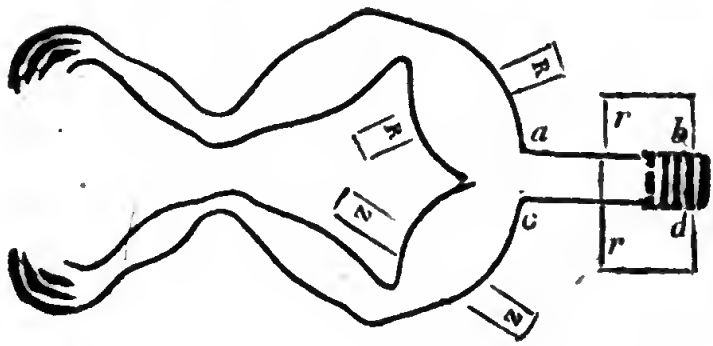
que insieme colla rana compiono il circolo, formando il conduttore umido, che trasporta l' elettrico da un metallo all' altro.

1 . Dal sin qui detto ne conseguita;

I. Non doversi ricorrere col Galvani ad elettricità particolare e propria degli animali, per ispiegare le sensazioni di sapore e di luce, e le contrazioni musculari prodotte dai contatti metallici; ma tutto il giuoco di tai fenonemi proviene dall' elettrico ordinario, eccitato e smosso dal toccarsi fra loro immediatamente due diversi metalli. E a dir vero, con due pezzi di metallo del tutto identici, non riesce mai di eccitar sapore sulla lingua, o luce negli occhi, o convulsion nella rana. Dico *del tutto identici*, con che s' intende, dover essere i due pezzi non pure della stessa specie, come rame e rame, ma nemmeno differire l' uno dall' altro per qualche proprietà accidentale di politura, splendore, ecc.; avendo provato l' esperienza, che due pezzi dello stesso metallo, diversi solamente per qualche differenza accidentale, possono pel mutuo loro contatto smuover l' elettrico e produrre le già dette sensazioni e convulsioni, però in grado assai debole, e in un soggetto che sia molto irritabile.

A confermare questa dottrina pongasi mente, che per tali effetti nulla monta l' identità, o diversità delle parti animali tocche dai metalli, purchè questi siano tra loro diversi. Sia nella Figura 52 una coscia della rana, posata sul rame R R, e l' altra coscia sul zinco Z Z; e i due nervi crurali *ab cd* tocchino il rame *r r* identico affatto al primo R R. Messo il rame R della coscia a

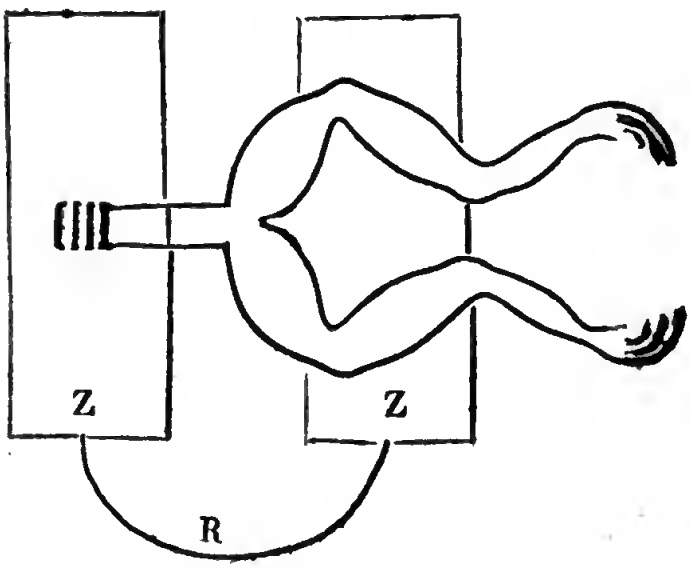
Fig. 52.



contatto dell' altro *r* dei nervi, la rana non fa alcun moto; ma scuotesi vivamente coll' addurre il rame R d' una coscia a contatto del zinco Z dell' altra. Ora, se, come volea il Galvani, l' elettrico si sprigionasse dalle diverse parti animali elettrizzate in opposito, dovrebbe anzi comparir sempre la scossa nel primo caso, e nel secondo non mai.

II. Usando altresì metalli di specie diversa, ma disposti in guisa da far nascer due correnti elettriche uguali e contrarie, mancano del tutto i fenomeni delle sensazioni e convulsioni. Stando la rana (*Fig. 53*) interposta fra due metalli della

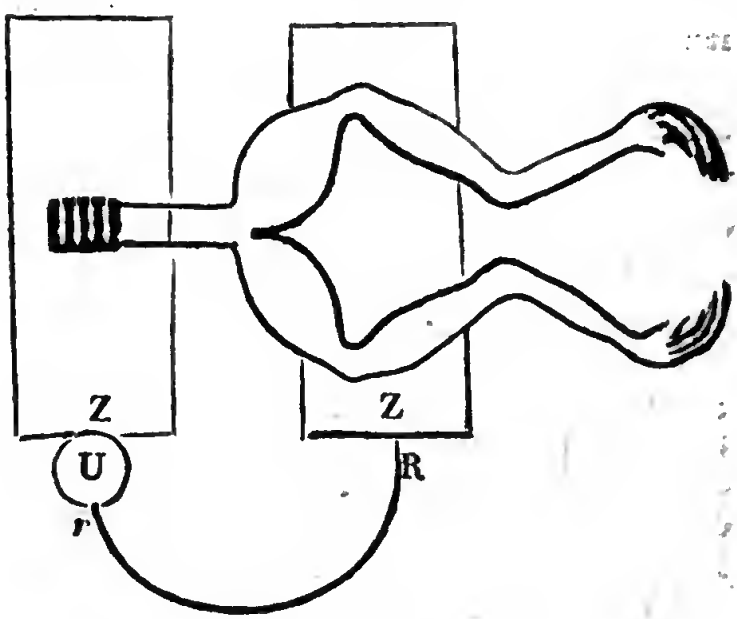
Fig. 53.



stessa spezie; cioè le cosce sul pezzo di zinco Z, ed i nervi similmente sopra altro pezzo dello stesso zinco Z, e preso l' arco metallico di altra spezie, come sarebbe un filo di rame R, mettasi un' estremità di questo rame sopra l' uno dei zinchi, e l' altra sull' altro; la rana si sta ferma del tutto; chiaro essendo, che con quanta forza il rame spinge l' elettrico in un zinco, con altrettanta lo spinge nell' altro; e però le due correnti elettriche

affrontandosi nella rana con pari energia, non v'ha elettrico in libertà che scuoter possa l'animale.

Fig. 54.

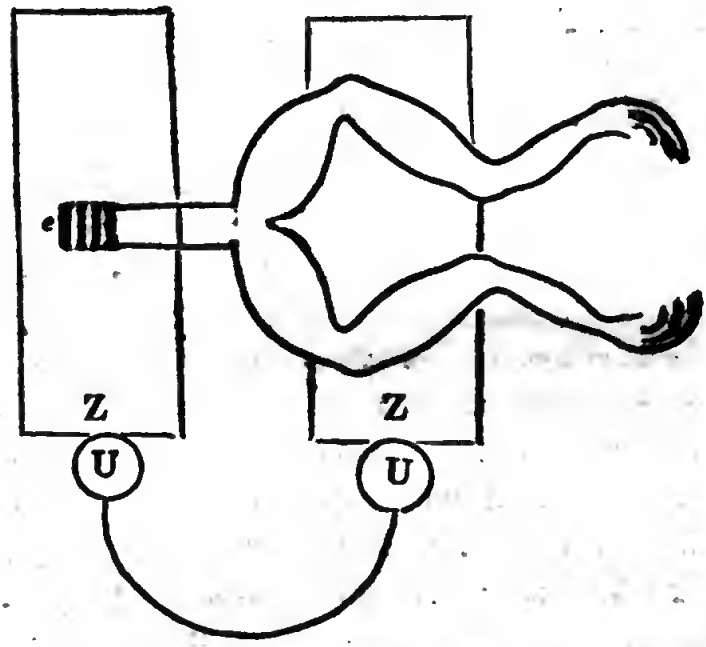


Ma se il detto arco di rame, come nella figura 54., tocchi l'uno dei zinchi da una parte immediatamente, e s'interponga dall'altra parte un conduttore umido U fra l'estremità dell'arco *r* ed il zinco Z; ecco la rana in convulsione al compirsi del circolo; poichè, come fu insegnato di sopra (125), il conduttore umido U toglie affatto al punto *r* del rame l'esercitare la sua forza elettromotrice col zinco Z al di là dell'umido. Dunque non vi può essere che la sola corrente elettrica dall'altra parte, eccitata dall'estremità R del

rame, che tocca immediatamente il zinco Z; la qual corrente, potendo penetrare nel corpo della rana senza opposizione di nessun' altra, verrà poi dal conduttore umido U ricondotta nel rame, per quindi mettersi in giro.

E per la ragione di prima, cioè delle due correnti elettriche uguali e contrarie, non seguirà alcun effetto nell'animale, quando sì l'uno come l'altro capo dell'arco tocchi un conduttore umido U della stessa specie, applicato al zinco, come si vede nella figura 55.

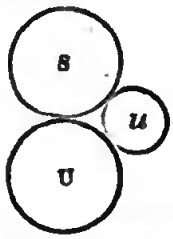
Fig. 55.



III. Non essendovi nelle varie forze elettromotrici dei secchi cogli umidi, quell'ordine sopran-

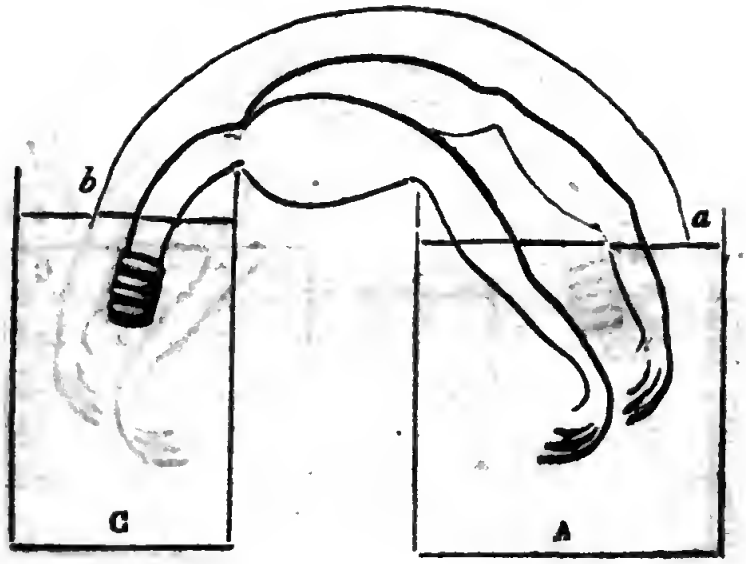
notato nei secchi (121. II.), ne viene, poter l'elettrico girare per un circolo composto di un sec-

Fig. 56.



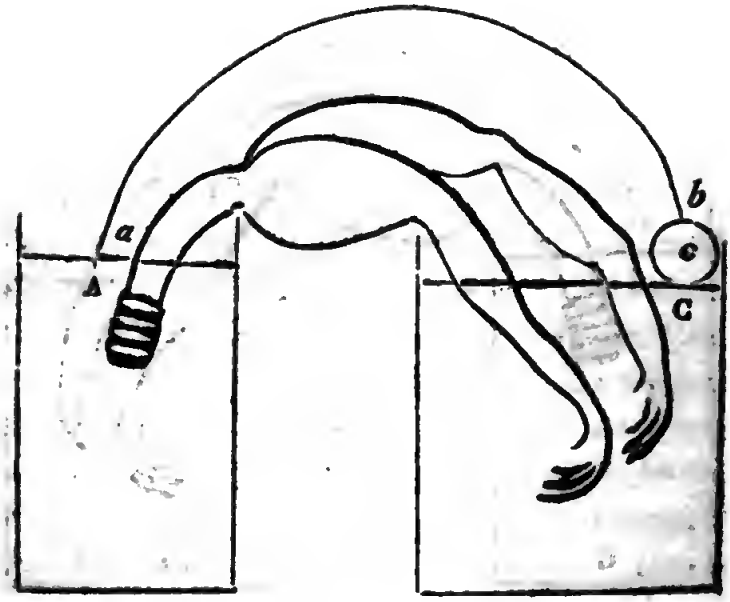
co e due umidi fra loro diversi (*Fig. 56.*). E sarà quando il secco, *e. g.* S, spinga l'elettrico nell'umido U assai più che nell'altro *u*; perchè allora prevalendo la corrente da S in U, l'altro *u* condurrà l' eccesso della maggiore sulla minore nel secco S; dal quale passerà nuovamente in U; ed eccoti in giro l'elettrico.

Fig. 57.



Nella figura 57. si rappresenta la rana, che pesca in parte nell'acqua pura del vaso A, e parte nell'acqua pura del vaso C. Compiuto il circolo coll' arco *ab* secco ed omogeneo, cioè tutto di ferro, o di rame ecc., non vi può essere alcun moto nell' animale, perchè un solo metallo omogeneo sta interposto fra due umidi pure omogenei, che sono le acque dei due vasi A, C.

Fig. 58.



Ma se un capo *b* dell'arco omogeneo (*Fig. 58.*) sia stato prima bagnato di alcali, o di acido nitrico (acqua forte); e poscia tuffato il capo *a* dell'arco nell'acqua A, si porti quel velo, o goccia alcalina od acida *c* a toccare il pelo dell'acqua C, si avrà in giro una corrente elettrica per mezzo di un secco *ab* interposto fra l'umido acqueo A da una parte, e l'umido alcalino od acido *c* dall'altra, e quindi scossa e convulsion nella rana, che fa parte del circolo.

ARTICOLO. III.

Della forza elettromotrice fra umido e umido.

130. Si apparecchiano conduttori umidi di varia specie, impregnando corpi spugnosi, cartoni cioè, pelli, o legni, ciascuno di un liquor particolare; non però a tal grado, che nel mutuo loro accoppiamento il liquor d'un cartone si mescoli con quello dell'altro, o vi rimanga attaccato dopo averli disgiunti. Con tai corpi ridotti in forma di disco ben piano, per potersi applicare esattamente l' uno all' altro; e guernito ciascuno di manico isolante, si procede all' esperienza con l' Elettrometro unito al condensatore, al modo stesso già veduto qui sopra, nel contatto di un secco con altro secco (120.), o di un secco con l'umido (123.).

Adunque cimentando con queste esperienze i diversi conduttori umidi, fra questi eziandio posti a mutuo contatto, si dispiega una forza elettromotrice; ma comunque gli umidi sieno fra sè differenti, la detta forza (in quelli almeno che si poterono sperimentare finora) si mostra assai languida, in paragone eziandio della più debole fra secco e umido. È però assai verisimile, averne

la natura di molto più attivi fra le sostanze degli animali viventi, ed averli usati per avventura nella composizione degli organi elettrici d'alcuni pesci.

131. Nemmeno fra gli umidi si scorge quell'ordine nelle loro forze elettromotrici, già sopra notato in quelle dei secchi (121. II.). Laonde qui pure (come nel caso di un secco interposto a due umidi tra loro diversi (129. III.) un circolo fatto di tre umidi, tutti fra loro diversi, potrebbe sviluppare, e mettere in corso l'elettrico, quando cioè, sprigionato per lo toccamento di due umidi, non venga tutto arrestato dall'azione del terzo. E ne abbiamo la prova in quelle convulsioni, che prova una rana (molto irritabile) pel solo contatto di due suoi membri. In ciascuna zampa di questo animale si discuopre quel muscolo detto *gastrocnemio*, la cui estremità contigua al piede, si trasforma in tendine duro e lucente del colore di perla. Se dunque ripiegata la gamba, si porta la detta estremità a toccare i nervi crurali, o le carni del tronco, la rana a quel toccamento tutta si scuote e guizza con l'altra gamba.

Invano i seguaci del Galvani soleano recare cotesta esperienza qual prova di elettricità propria, e singolare degli organi animali; perchè essa pure deriva dallo stesso principio già dimostrato dal

Volta coll'esperienza, che cioè, anche i diversi conduttori umidi, toccandosi l'un l'altro, possono eccitare, e mettere in giro l'elettrico. Che la diversità dei conduttori umidi sia necessaria all'effetto dell'addotta sperienza, lo argomentò questo grand'Uomo dall'osservare; » Che non è già indif-
» ferente (dic'Egli), qualunque parte della gam-
» ba, e qualunque parte del tronco della rana
» ben preparata si adducano al contatto; ma che
» facendosi questo, in certi punti succedono le con-
» vulsioni, in altri no; che appunto succedono,
» quando si fa toccare ai nervi ischiatici o cru-
» rali, od alle carni del tronco l'estremità del
» muscolo *gastrocnemio*, ove già trasformasi in
» tendine, oppure lo stesso tendine prolunga-
» to; e non mai, o quasi mai, se si fa toccare
» ai medesimi la parte carnosa e molle dell'istes-
» so muscolo gastrocnemio, o qualsivoglia parte
» della coscia. che in oltre è necessario, che tro-
» vinsi o l'una, o l'altra delle parti che addu-
» consi al contatto, imbrattate di sangue, o di
» altro umore viscido o salino abbastanza diverso
» dall'acqua; che perciò ora succedono, ora non
» succedono le convulsioni nelle rane, comechè
» preparate di tutto punto, ed eccitabilissime; che
» quando non succedono per mancanza di tale
» umore viscido o salino, per essere troppo nette
» e lavate le parti con l'acqua, succedono poi

» dopo averle a bella posta sporcate, o intrise di » scialiva, o meglio di un forte liquore alcali» no (*) ».

132. Chiuderemo questo articolo col togliere l'obbiezione, che potrebbe insorgere per avventura dal vedere sì debole la tensione dell'elettrico eccitato nel toccamento di due conduttori dissimili, che la massima infra tutte (quella cioè del manganese accoppiato al zinco) abbisogna pure di tutto l'ajuto del condensatore, per farsi palese con alcune linee di apertura all'Elettrometro; e nondimeno questo elettrico ha tanto di forza, da scuotere sì fortemente tutto il corpo d'una rana.

Questa difficoltà indusse alcuni fisici a riguardare l'elettrico scuotitor della rana nelle sperienze dei contatti, come diverso in natura dall'altro, che si desta per via di sfregamento nelle macchine elettriche. Ma però a torto, come il lodato Volta dimostrò chiaramente.

E per verità, anche con una bottiglia di Leyden un po' grande, o meglio con una batteria, sebben caricata dalla macchina elettrica a tension debolissima, e impercettibile al più squisito Elettrometro, si può scuotere tuttavia, non che una rana, ma le braccia ancora ed il petto di chi ve-

(*) Collezione delle Opere del Cav. Volta. Edizione di Firenze Tom. II. Parte II. facc. 36.

misse a provocarla nel modo più acconcio (82. II.); perciocchè, come si disse (81.), la corrente elettrica che move da tal bottiglia o batteria, ripete più e più volte i suoi urti con tanta prestezza, che la fibra animale se ne risente al modo medesimo, come se tutti, fatto corpo insieme, la colpissero in un istante. E ciò appunto si verifica nella corrente elettrica mossa dal contatto di due conduttori dissimili. Sia pur debolissima la tensione di tal corrente, e impercettibile il primo suo urto contro la fibra animale; ma perchè scaturisce dal contatto sempre continuo dei due conduttori, continua essa pure debb' essere ed incessante nel replicare i suoi urti alla fibra; e ciò con tanta rapidità, che molti di questi succedendosi l'uno all'altro in un tempo brevissimo, la fibra per sua naturale costituzione tutto riceve in una volta l'effetto della loro somma.

Vero è però, non apparir questo effetto allo stesso modo in tutti gli animali; poichè una coppia metallica, che applicata alla vostra lingua, la solletica appena con qualche senso di sapore, può eccitare convulsioni fortissime in tutto il corpo della rana. Ma ciò viene a dir solamente, che non tutti gli animali sono egualmente eccitabili allo stimolo elettrico. Tutti, anche dopo morti, finchè conservano un certo avanzo di vitalità, ne sono affetti; ma gli animali a sangue freddo più

assai degli altri, e tra quelli le testuggini, e le rane spezialmente, che dopo morte per ore ed ore, e fino per giorni interi, massime nel verno, si conservano irritabilissime alla corrente elettrica, o questa provenga dal mutuo contatto di conduttori dissimili, oppure dalla bottiglia di Leyden caricata a tension debolissima ed insensibile all'Elettrometro.

CAPO VI.

DELL' ELETTROMOTORE COMPOSTO, O PILA VOLTIANA.

133. Il sommo Volta, cui dobbiamo le belle dottrine del Capo precedente, volendo pur crescere la tensione degli Elettromotori, per averne i segni all'Elettrometro, la scintilla, la commozione delle braccia ecc. senza alcun uso od artifizio del condensatore, gli riuscì felicemente, in grazia della sua teoria, di costruire verso il fine del 1799. quell'apparato sì famoso, che non si può ammirar mai abbastanza, detto l' *Elettromotore composto*, ossia *Pila Voltiana*, di cui prendiamo ora a parlare.

ARTICOLO I.

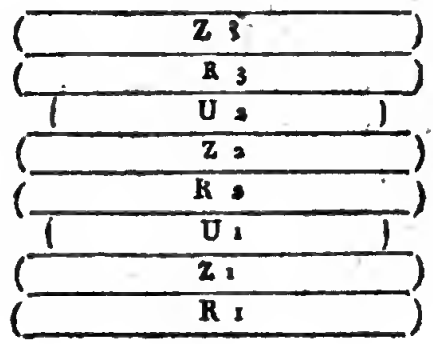
Costruzione ed effetti della Pila Voltiana.

134. Questo apparecchio si compone d'una serie di coppie elettromotrici secche, comunicanti l'una con l'altra per mezzo di conduttori umidi.

Abbiansi a tal uopo alcune piastre di rame con altrettante uguali di zinco, ed accoppiata una di rame, con altra di zinco, si formino le coppie elettromotrici secche. Più comodo riesce il fare di una coppia di rame e zinco una sola piastra, saldando faccia a faccia l' un metallo sull' altro, con qualunque saldatura metallica.

Per conduttori umidi servono dei bullettini di cartone, o panno, un po' più piccoli delle coppie metalliche, inzuppati di acqua ben impregnata di sale (l' ammoniaco è il migliore), oppure di un mescuglio di acqua con un vigesimo del suo peso di acido nitrico, o solforico.

Fig. 59

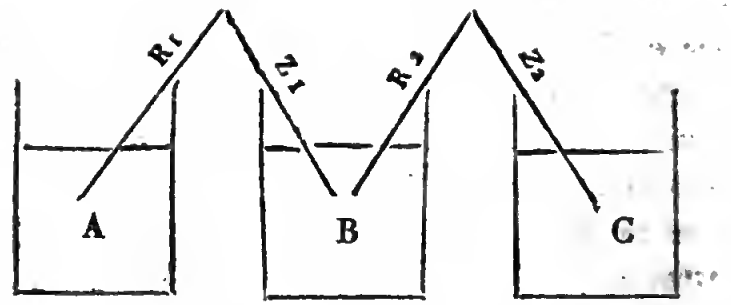


Preparati così gli elementi dell' apparato, si viene a costruirlo nel modo seguente. Collocata sopra una tavola una coppia di rame e zinco R 1 Z 1, come nella figura 59, si soprappone

al zinco Z il cartone o panno U 1, imbevuto della già detta soluzione acida, o salina; e sopra questo cartone una seconda coppia metallica di rame e zinco R 2 Z 2, egualmente disposta come la prima; dopo la quale, un altro cartone U 2: indi la terza coppia R 3 Z 3: e così seguitamente fino al numero di cinquanta, o sessanta coppie, sempre intercise dal cartone, e tutte situate come la prima, cioè col rame sotto, ed il zinco sopra, od a rovescio, come fu principiato.

Queste coppie metalliche potrebbero esser larghe quanto basta per sorreggersi da se medesime, e formare stabilmente una colonna, o piliere. Ma chi voglia meglio assicurarle, è mestieri innalzare e rinserrare la Pila fra tre, o quattro colonnette di vetro isolanti, saldate fortemente sopra una base metallica; coll' avvertenza, che queste colonnette non contraggano umido dai cartoni, sicchè inducano comunicazione fra le coppie superiori e le inferiori; il che avvenendo, dovranno bene asciugarsi prima di procedere all' esperienze.

Fig. 60.



135 Altro modo di costruire l' Elettromotore composto, si è il disporre alcuni recipienti di vetro mezzo pieni della detta soluzione acida, o salina; e far comunicare il liquor d' un recipiente con quello dell' altro contiguo, per mezzo di un arco fatto di due lamine, di rame l' una, l' altra di zinco, saldate insieme al sommo dell' arco. Incominciando dal vaso A (*Fig. 60*), si fa pescare nel suo liquore A la lamina R 1, di rame, e l'altra lamina Z 1, cioè il zinco di questo primo arco, va a tuffarsi nel liquor B del recipiente contiguo. In questo similmente viene immerso il rame R 2 del secondo arco, il cui zinco Z 2 pesca nel liquore C del terzo vaso; e così di seguito: la qual costruzione dicesi, *Apparato a corona*, o *a bicchieri*.

I Fisici Inglesi resero più comodo quest' apparecchio per mezzo d' una cassetta quadrilunga,

vestita dentro e fuori di mastice isolante, e divisa nel suo interno in tante cellette dalle coppie metalliche, che vi stanno incastrate verticalmente. Si riempie ogni celletta della detta soluzione, la qual bagna da una parte la faccia di rame di una coppia, e dall' altra la faccia del zinco della coppia susseguente.

In ciascuno di questi apparecchi, le due estremità portano il nome di *poli*; e si contraddistinguono, chiamando l' uno *polo rame*, e l' altro *polo zinco*.

136 Or venendo agli effetti, o fenomeni della Pila Voltiana, si possono questi ripartire in tre ordini; cioè *Fisici*, *Fisiologici*, *e Chimici*.

Effetti Fisici, i quali si riducono alla tensione elettrica della Pila Voltiana; tensione, ch' ella può comunicare ad altri corpi: cioè, questa Pila è un corpo conduttore, che per sola la sua costruzione sta elettrizzato da se medesimo a un certo grado di tensione, colle seguenti leggi.

I. La tensione elettrica della Pila Voltiana comunicante per uno de' suoi poli col suolo, va crescendo verso l' altro polo isolato, in ragione del numero delle coppie.

Si verifica questa legge, esplorando coll' Elettrometro ajutato dal condensatore, la varia tensione elettrica della Pila, nelle varie coppie metalliche che la compongono; veggendosi costan-

temente, la tensione della prima coppia comunicante col suolo, esser la minima di tutte; e quella dell' altre coppie che seguono, crescere a misura che più si avvicinano all' altro polo isolato, nel quale si trova il grado massimo di tensione. Ond'è, che colla giunta di altre ed altre coppie, vedesi finalmente il polo isolato della Pila dar segni distinti della sua tensione all' Elettrometro, senza bisogno del condensatore. Si noti però, che il polo isolato di una Pila, anche di cento coppie di rame e zinco, toccando immediatamente il bottone dell' Elettrometro sopraddetto (120), le sue fogliette non si allargano più di due in tre linee.

Questa tensione crescente secondo il numero delle coppie, si troverà sempre positiva; quando, il polo rame comunicando col suolo, rimanga isolato il polo zinco; e sempre negativo nel caso contrario. Per lo che, la stessa Pila può dare la tensione crescente, o tutta positiva, o tutta negativa, secondochè o il polo rame, o il polo zinco si fa comunicare col suolo.

II. *Isolati amendue i poli della Pila, alla metà di questa non si ha tensione nessuna; e in quella vece dalla detta metà verso il polo zinco si trova la tensione positiva crescente, ed altrettanta negativa crescente dalla detta metà verso il polo rame.*

L'Elettrometro, coll'ajuto del condensatore, mette parimenti sott' occhio la verità di questa legge. Onde la Pila isolata in amendue i poli rassomiglia, per questo riguardo, alla bottiglia di Leyden elettrizzata. come in una faccia di questa v'è tanto eccesso di elettrico, quanto è il difetto dell' altra opposta; così la detta Pila contiene tanto eccesso di elettrico in una sua metà, quanto è il difetto dell' altra.

III. *La tensione elettrica d' una Pila, composta di un certo numero di coppie, è sempre la stessa, qualunque sia il diametro, od ampiezza delle medesime.*

Misurate coll' Elettrometro la tensione massima di due Pile uguali in tutto, fuorchè nell' ampiezza delle coppie, e la troverete dello stesso grado in amendue.

IV. *La tensione elettrica della Pila si dispiega bensì più o men prestamente, secondo la maggiore o minore facoltà conduttrice del corpo umido, cioè del liquore che bagna i cartoni interposti alle coppie; ma il grado di quella tensione è sempre lo stesso in ogni caso.*

Quando si misura la tensione massima di una Pila, o questa abbia i cartoni inzuppati della miglior soluzion conduttrice, o di acqua pura solamente, o siano infine quasi asciutti; le fogliette dell' Elettrometro s' allargano in ciascun caso col-

la stessa apertura: ma nel primo caso basta un toccamento brevissimo, e per così dire istantaneo del bottone dell' Elettrometro col polo della Pila, per avere l' apertura delle sue fogliette a quel grado; laddove nel secondo ci abbisogna un toccamento più lungo, e nel terzo ancora più.

137 *Effetti Fisiologici*; e sono le varie sensazioni, che prova il corpo animale comunicante con amendue i poli dell' apparato Voltiano. Bagnatevi con acqua le mani, e posata l' una di queste sulla base metallica della Pila, toccate con l' altra la sommità, ossia il polo isolato; a quel tocco sentirete una scossa più o meno gagliarda, secondo il numero delle coppie. Toccando poi in questa esperienza la sommità della Pila colla lingua, oltre la scossa avrete eziandio un sapore piccantissimo sulla lingua, e un vivo lampeggiare di luce negli occhi.

138 *Effetti Chimici*; e s' intendono quelle alterazioni di sostanza prodotte nei corpi intromessi nella corrente elettrica della Pila. Tali sono le combustioni e ossidazioni de' metalli, le scomposizioni di vari corpi ne' loro principj costitutivi.

Prendete un arco metallico, e messo l' uno de' suoi capi sulla base della Pila, attaccate all' altro una foglia metallica d' argento, d' oro, o di rame ecc: appena con questa voi toccate la sommità della Pila, ecco in tutti i punti del toccamen-

to crepitar scintille vivacissime, ed il metallo infiammarsi, ed ossidarsi. Un filo di ferro sottilissimo messo in luogo della foglia, si arroventa pure, e si fonde sull'istante, scagliando all' intorno le sue particelle infuocate, come al percuotersi della selce coll' acciajo.

Quanto alle scomposizioni chimiche operate dalla Pila, la principale è dell' acqua nè suoi due principj, ossigeno ed idrogeno. In un bicchiere d' acqua peschino due fila sottilissime di oro, che restino un po' distanti fra loro; delle quali l'uno vada a comunicare col polo rame della Pila, l' altro col polo zinco. Tosto l' elettrico della Pila, attraversando l' acqua interposta alle due fila, fa scaturire lunghesso le fila alcune bollicine d' aria, che presto crescendo di numero, formano due come nuvolette salienti sino al pelo dell' acqua. Esaminata l' aria che si sviluppa da ciascun filo, si trova esser gas ossigeno la proveniente dal polo zinco, e gas idrogeno l' altra del polo rame.

ARTICOLO II.

Teoria Fisica della Pila Voltiana.

139. Nel presente articolo si propone di spiegare l' aumento della tensione elettrica nella Pila Voltiana, secondo le leggi vedute nel precedente; nel che consiste propriamente la teoria fisica di questa macchina. E però, lasciando a' dotti Chimici il discutere gli *effetti chimici* della medesima (soggetto alieno al nostro scopo), faremo notar solamente, che cotesti effetti può darli eziandio l' elettrico eccitato per via di sfregamento nelle ordinarie macchine elettriche.

Riguardo agli *effetti fisiologici* della Pila, questi in sostanza sono i medesimi che abbiam veduto nascere dal toccarsi insieme due conduttori dissimili. La differenza sta nel grado, essendo quei della Pila molto più attuosi, ma ciò viene appunto dalla maggior tensione elettrica, che nella Pila va crescendo, secondo il numero delle coppie; cioè dall' *effetto fisico*, che prendiamo ora a spiegare.

140. Due principj cavati dall' esperienze del Capo precedente ci serviranno di guida.

I. Che pel mutuo contatto di due conduttori, *e. g.*, rame e zinco, l' elettrico si squilibra, cacciandosi dal rame nel zinco; e quel di più che il zinco acquista, cioè la differenza fra lo stato elettrico del rame, e quello del zinco nel loro contatto, debb' essere mai sempre la stessa, qualunque sia lo stato elettrico dei due metalli presi separatamente. (121. III.).

II. Che l' umido acqueo, o salino interposto a due metalli comunque diversi, adopera qual semplice conduttore, che mette uguaglianza di stato, o tensione elettrica nei due metalli che lo prendono in mezzo (125.).

Fig. 61.

141. Ciò posto, incominciamo a costruire una Pila Voltiana col polo rame comunicante col suolo. Sia la piastra di rame R 1 (*Fig. 61.*) non isolata, sulla quale stia sopra a immediato contatto la piastra di zinco Z1. Per questo contatto dee passar dell' elettrico dal rame R1 nel zinco Z1 (121. I.). E perchè il rame R1 comunicando col suolo, può ristorarsi continuo di qualunque sua perdita, dee tosto rimettersi in istato naturale e conservarlo: laddove il zinco Z1, che non può rinversare nel suolo l' elettrico acquista-

Fig. 61

to dal rame R 1, si mantien elettrizzato per eccesso. Sia questo eccesso del zinco sopra del rame equivalente a un grado di tensione; cioè, la forza elettromotrice del rame col zinco suppongasi di tal valore, che la differenza fra lo stato elettrico del rame, e quello del zinco, toccandosi l' un l' altro, porti nel zinco vantaggio d' un grado sopra del rame..

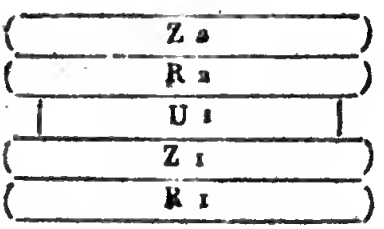
Fig. 62.

Posto ora sul zinco Z1 il cartone bagnato U1 (*Fig. 62*), dee questo elettrizzarsi pure per eccesso, e allo stesso grado di tensione del zinco Z1; cioè (come fu detto altra volta (125)), durando continua la forza elettromotrice del rame R1 col zinco Z1; dee quel rame cavare dal suolo tutto l' elettrico necessario per caricare e il zinco Z1, e l' umido U1 soprapposto, amendue alla stessa tensione, che si suppone di un grado.

Fig. 63.

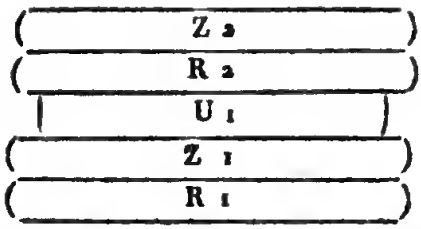
Venga ora un secondo rame R 2 (*Fig. 63*) a collocarsi sul cartone bagnato U 1 . al certo fra il rame R 2, ed il zinco Z 1 non vi può essere alcuna forza elettromotrice, per l' interposizione del corpo umido U 1 (125); dunque il rame R 2 in contatto dell' umido U 1, non può esser finora che semplice conduttore; e quindi (125) sarà pure elettrizzato il rame R 2 alla tensione medesima dell' umido U 1, o del zinco Z 1 ; cioè tutti e tre in questo caso, alla tensione positiva di un grado.

Fig. 64.



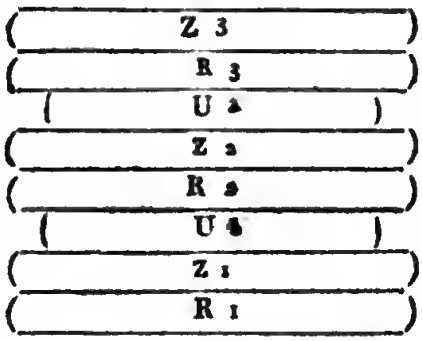
Ma se soprapponendo al rame R 2 il zinco Z 2 sia compiuta la seconda coppia metallica (*Fig. 64*), avremo in azione una seconda forza elettromotrice, per la quale il zinco Z 2 dee acquistare una tension positiva, che superi di un grado la tensione positiva del rame R 2. Ma per le cose det-

Fig. 64,



te, questo rame R2 ha un grado di tension positiva. Dunque il zinco Z 2 ne avrà due gradi. il che vuol dire, che il primo rame R 1 caverà dal suolo nuovo elettrico, per soddisfare alla nuova forza elettromotrice della seconda coppia R 2 Z 2 rimanendo intatti gli effetti che si aveano prima di aggiungere il zinco Z2. Questo zinco adunque della seconda coppia ha una tensione positiva, doppia di quella del zinco Z della prima coppia.

Fig. 65.



Seguendo la stessa ragione, per la giunta di un secondo cartone umettato U 2 (*Fig. 65*), e di una terza coppia di rame e zinco a immediato contatto R3 Z3, vi sarà nel zinco Z3 della

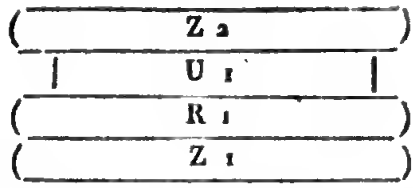
terza coppia una tension positiva tripla di quella del zinco Z1 della prima coppia: e così procedendo colla giunta di altre ed altre coppie divise l' una dall' altra dal cartone bagnato, verrà pure crescendo la tensione positiva, come dovea dimostrarsi.

142. Rovesciamo adesso questa Pila, e rimanendo isolato il polo rame, l' altro polo zinco sia comunicante col suolo; e si avrà egualmente la tensione elettrica, crescente secondo il numero delle coppie, ma però negativa.

Fig. 66.

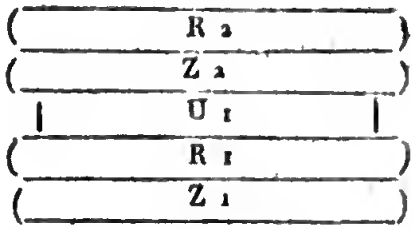
Imperciocchè, sia data la sola prima coppia Z1 R1 (*Fig. 66.*), tutto l' elettrico, che il zinco Z1 comunicante col suolo, riceve dal rame R1 per forza elettromotrice, va a disperdersi nel suolo; e però il zinco Z1 si rimane in istato naturale, ed il rame R1 debb' essere in istato negativo, non potendo ristorarsi, perchè isolato, dell' elettrico, da lui ceduto al zinco Z1. Se dunque (come fu supposto (141.)) la differenza fra lo stato elettrico del rame e quello del zinco, che si toccano immediatamente, sia sempre di un grado in vantaggio del zinco, ne viene, che rimanendo il zinzo Z1 in istato naturale, il rame R1 avrà un grado di tensione negativa.

Fig. 67.



Aggiungendo ora l' umido U1 (*fig. 67.*) sul rame R1, e sopra l' umido U1 un secondo zinco Z2, per la dimostrazione precedente (142), questi due corpi aggiunti quai semplici conduttori in comunicazione col rame R1 , diverranno negativi alla tensione medesima di un grado; vuotando porzione del loro elettrico naturale nel suolo per mezzo del zinco Z1 .

Fig. 68



Ed in fine compiuta la seconda coppia col mettere il rame R2 (*Fig. 68*) a contatto del zinco Z 2, quel rame R2 dee cedere tanto del suo elettrico naturale, da divenir più negativo di un grado del zinco Z2. Ma si è veduto aver questo zinco Z2 un grado di tensione negativa. Dunque il rame R2 avrà due gradi di tension negativa,

cioè il rame R2 della seconda coppia ha la tension negativa doppia di quella del rame R 1 della prima coppia: e così seguitando colla giunta di altre coppie, tutte col zinco al di sotto, la tensione negativa verrà pure crescendo, secondo il numero delle coppie, dal polo zinco comunicante col suolo, al polo rame isolato.

143 Segue la Pila isolata in amendue i poli, cui appartiene la legge seconda (136. II.).

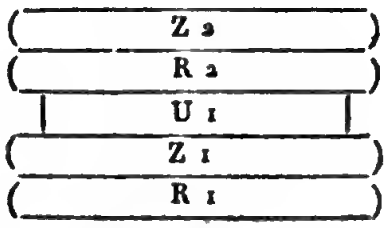
Fig. 69.

Per vedere partitamente l' ordine che in essa tiene l' elettrico, abbiasi la sola prima coppia elettromotrice di rame e zinco R 1 Z 1 amendue isolati (*Fig. 69.*). Dovendo il rame R 1 cedere del suo elettrico naturale al zinco Z1 isolato, senza che il detto rame possa ristorarsi (perchè isolato) della sua perdita; egli è chiaro, che lo stato del rame R1 debb' essere negativo, e positivo quello del zinco Z1. E per avere anche in tal caso la differenza supposta ad un grado di vantaggio nel zinco (142), basterà, che il rame R1 abbia mezzo grado di tension negativa, ed il zinco Z1 mezzo grado di tension positiva; da che la differenza fra mezzo grado negativo, e mezzo positivo è appunto di un grado. Ciò si prova altresì dall' espe-

Fig. 69.

rienza; che misurando coll' Elettrometro unito al condensatore la tensione del zinco Z1 a contatto del rame R1 isolato, si trova essere la metà di quella che darebbe lo stesso zinco Z1, toccando il rame R1 comunicante col suolo.

Fig. 70.



Soprappongasi adesso al zinco Z1 il cartone umettato U1, e su questo la seconda coppia elettromotrice R2 Z2 (*Fig. 70*). Per la giunta di questa coppia, cioè d' una seconda forza elettromotrice eguale alla prima del rame R1 col zinco Z1, il rame R1 dee fare un' altra perdita di elettrico eguale alla precedente (142), in modo che la sua tension negativa, ch' era prima di mezzo grado, sarà ora di un grado intero. lo stato poi del zinco Z1, dell' umido U1, e del rame R 2 sarà uno stato naturale, e quello del zinco Z2 sarà positivo di un grado. Per tal disposizione de' corpi componenti questa Pila di due

coppie, l'elettrico tien quello stato che gli si compete in forza de' due principj di questa teoria; perciocchè fra il rame R1, che è negativo di un grado, ed il zinco Z1 in istato naturale, la differenza è di un grado (141. I.). v'ha uguaglianza di stato nel zinco Z1, nell' umido U1, e nel rame R2, (141. II), essendo lo stato di tutti e tre naturale. e finalmente fra il rame R2, che è in istato naturale, ed il zinco Z2 positivo di un grado, la differenza è di un grado di vantaggio nel zinco (141. I.).

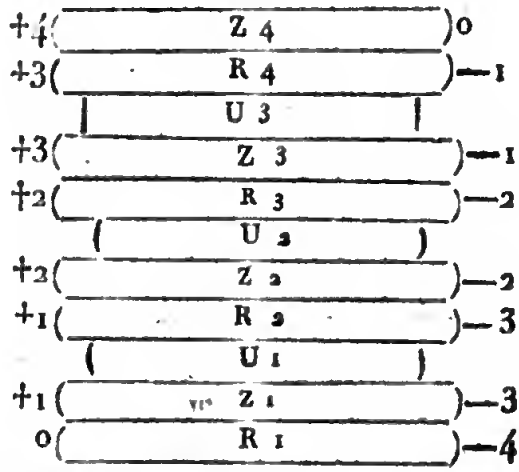
Così procedendo colla giunta d' altre coppie per costruire la Pila isolata in ambedue i poli, si vedrà collo stesso raziocinio, divenir sempre più negativo il polo rame, ed altrettanto più positivo il polo zinco; e lo stato naturale tenersi alla metà della Pila: dalla qual metà verso il polo zinco, si troverà la tensione positiva crescente, ed altrettanta negativa crescente dalla detta metà al polo rame.

144 Dalla qual dimostrazione delle due prime leggi risguardanti la tensione elettrica della Pila Voltiana, risultano i corollarj seguenti:

I. Che nella costruzion della Pila comunicante per uno de' suoi poli col terreno, vien mossa una corrente elettrica, la qual passa o dal terreno alla Pila, e vi produce la tension positiva crescente, o dalla Pila al terreno, e lascia nella

Pila una tension negativa crescente, secondochè o il polo rame, o il polo zinco si fa comunicar col terreno. Questa tensione o positiva, o negativa crescente di coppia in coppia, può rappresentarsi colla serie de' numeri naturali 1, 2, 3, 4 ecc: come quantità crescenti, o positive, o negative; e però la tensione del polo isolato, che è la massima, verrà espressa da quel numero della detta serie, che risponde al numero delle coppie.

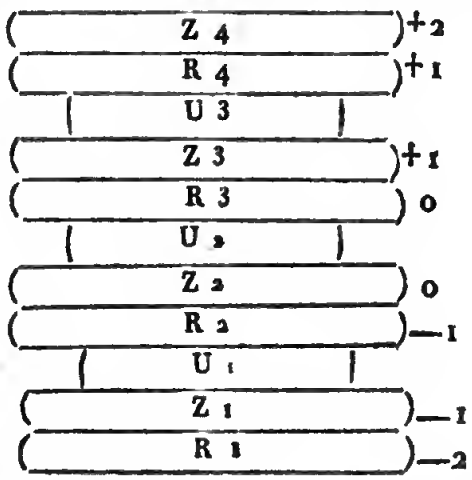
Fig. 71.



Nella Pila della Figura 71, composta di quattro coppie, se il polo rame R1 comunichi col suolo, vedesi a destra della Pila di basso in alto la serie delle tensioni positive crescenti, che appartengono ai zinchi delle coppie + 1, + 2, + 3, + 4; ed a sinistra d' alto in basso la serie delle tensioni negative crescenti pel rame di ciascuna coppia — 1 — 2 — 3 — 4; quando il polo zinco Z 4, comunicando col suolo, rimanesse isolato il polo rame R1.

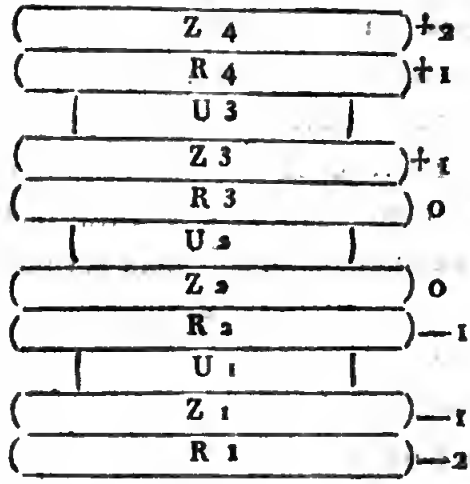
II. Nella Pila isolata in amendue i poli, la corrente elettrica scaturisce da una metà della Pila, che resta negativa, e si raccoglie nell' altra metà, che ne diviene altrettanto positiva; ma quella metà negativa è come una Pila comunicante col suolo per lo polo zinco; e l' altra metà positiva è una Pila comunicante col suolo pel polo rame.

Fig. 72.



Nella Pila di quattro coppie (*Fig.* 72) isolata in amendue i poli R 1, Z 4, tanto il zinco Z2, quanto il rame R3, che sono alla metà della Pila, si trovano in istato naturale; il che torna a un medesimo, come se ciascuno dei due metalli, comunicando col suolo, fosse il principio d' una Pila; cioè il zinco Z 2 diventa il polo comunicante col suolo di una Pila di due coppie, che ha la tension negativa crescente sino al polo

Fig. 72.



rame R1; ed il rame R3 è il polo comunicante col suolo di altra Pila pur di due coppie, la cui tensione è positiva crescente sino al polo zinco Z 4.

E però ne conseguita, che la tension positiva + 2, del polo zinco Z4 è la metà della tension positiva + 4, che acquisterebbe il detto polo, nel caso che l' altro R1 si facesse comunicare col suolo: e parimenti la tension negativa — 2 del polo R1 si raddoppierebbe divenendo — 4, quando l' altro polo Z 4 comunicasse col suolo, com' è chiaro nella Figura 71. Ma è da notarsi, che la differenza fra le tensioni dei due poli isolati (*Fig.* 72) R1, Z4, è la stessa che fra uno di essi isolato, e l' altro comunicante col suolo; perciocchè fra + 2, e — 2 v'ha lo stesso divario, che fra 0, e ± 4.

III. La carica elettrica, o positiva, o negati-

va di tutte le piastre metalliche, che compongono la Pila comunicante per uno de' suoi poli col terreno, è proporzionale al quadrato del numero delle coppie; perchè, supposte eguali le loro superficie, la tensione debb'essere proporzionale alla carica. Ora sommando tutte le tensioni dei rami insieme e dei zinchi in una Pila di due coppie, si trova quella somma uguale a quattro, uguale a nove nella Pila di tre coppie, a sedici nella Pila di quattro coppie ecc. (*).

IV. Posti a comunicare fra loro i due poli della Pila Voltiana per mezzo di un arco metallico, l'elettrico dovrà circolare continuo, sfogandosi dal polo positivo nell'arco, e da questo nell'altro polo, donde per la continuazione della forza elettromotrice delle coppie metalliche, e della conduttrice dell'umido interposto alle coppie, ritornerà colla tensione medesima al polo positivo; et indi nuovamente nell'arco, e così di se-

(*) A dimostrar ciò in generale sia $= n$ il numero delle coppie d'una Pila comunicante col suolo per lo polo rame; sarà pure, per le cose dette al N. I., $= n$ la tensione massima del polo zinco isolato, e $= 1$ la tensione del zinco della prima coppia. E però le tensioni di tutti i zinchi, incominciando dalla massima dell'ultima coppia sino alla minima della prima, daranno la seguente progressione aritmetica.

$$n;\ n-1;\ n-2;\ \ldots\ldots\ldots\ 1$$

La somma di questa progressione per le regole ma-

guito. Questa corrente elettrica sarà più o meno veloce lungo la Pila, secondo la maggiore, o minor facoltà conduttrice dell'umido frapposto alle

---

tematiche, è uguale alla somma dei due termini estremi, moltiplicata per la semisomma di tutti i termini della progressione. Avremo dunque la somma di tutta la progressione $= n + 1 \times \frac{n}{2} = \frac{n^2+n}{2}$, che esprimerà la somma di tutte le tensioni dei zinchi.

Venendo ai rami: la tensione massima, quella cioè, del rame dell' ultima coppia è $= n - 1$, e la minima $= 1$ appartiene al rame della seconda coppia; essendo il rame della prima in istato naturale. Dunque le tensioni dei rami dalla massima alla minima, riusciranno da quest' altra progressione aritmetica;

$$n - 1;\ n - 2;\ n - 3 \ldots\ldots\ldots 1.$$

E perchè il rame della prima coppia è in istato naturale, il numero de' termini di questa progressione, cioè il numero de' rami elettrizzati, è minore di 1 del numero n dei zinchi elettrizzati. Dunque la semisomma dei termini di questa progressione dei rami è $= \frac{n-1}{2}$; la qu 'e moltiplicata per la somma dei due termini estremi $n - 1$, $+ 1$, darà la somma di tutta la progressione $\frac{n^2 - n}{2}$, che dice la somma di tutte le tensioni dei rami. Ma la somma di tutte le tensioni dei zinchi si è trovata $= \frac{n^2 + n}{2}$. Dunque la somma totale di tutte le tensioni delle piastre componenti la Pila, è $= \frac{n^2+n}{2} + \frac{n^2-n}{2} = n^2$, cioè al quadrato del numero delle coppie.

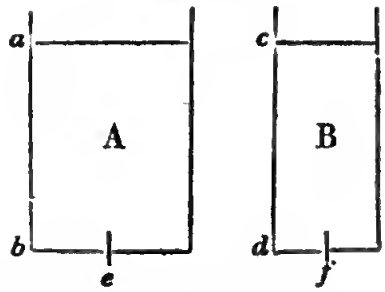
coppie: ma essa corrente passerà da un polo all'altro per l'arco metallico colla stessa energia, o uno dei poli comunichi col terreno, o nessuno; essendovi in ambedue i casi la stessa differenza di tensione fra un polo e l'altro (II.).

145. La terza legge (137. III.) è, Non poter crescere la tensione elettrica della Pila per la maggior larghezza delle coppie; il che spiegasi agevolmente coll'osservare, che nel mutuo contatto di due elettromotori, *e. g.*, rame e zinco, ciascun punto del zinco acquista egual tensione positiva, essendo la forza elettromotrice di egual valore per tutti: per la stessa ragione, la tension negativa debb'essere uguale in ciascun punto del rame. Ora, crescendo in larghezza i due metalli, non si accresce per questo la loro forza elettromotrice. ciò darà bensì maggior numero di punti elettrizzati, cioè una maggior superficie metallica elettrizzata; ma però colla tension medesima di prima in ogni suo punto.

A dir breve, qualunque siasi l'ampiezza delle coppie metalliche elettromotrici, avranno sempre la stessa tensione, perchè avranno sempre la carica proporzionale alla lor capacità (18. II.), che è la loro superficie (59.).

La differenza dunque sta nella quantità di elettrico, cioè nella carica, che dee crescere a misura, che le coppie si allargano; e quindi riman ferma

Fig. 73.



la stessa tensione; non altrimenti che in due vasi uniformi A, e B (*Fig.* 73.), diversi in larghezza, e pieni d'acqua ad altezze uguali *ab*, *cd*. Certo che il vaso più largo A contien più acqua dell'altro B; ma per le altezze uguali *ab*, *cd* dell'acqua, la pressione sopra i punti *e* ed *f* dei propri loro fondi, è la stessa in amendue. Or questi due vasi raffigurano appunto due Pile, che avendo lo stesso numero di coppie, ma l'una più larga che l'altra, riescono egualmente alte, e diverse in larghezza. In quella di coppie più larghe v'è maggior carica elettrica, perchè proporzionale alla maggior capacità o superficie, ma pel numero egual delle coppie, la tensione non può non essere eguale in amendue.

Per lo che, se alcun fenomeno della Pila Voltiana sia dovuto più alla quantità, che alla tension dell'elettrico, gioverà per tal fenomeno più l'ampiezza, che il numero delle coppie. Tal si è l'effetto chimico di sopra recato della com-

bustion dei metalli (139.). Il grandioso apparato Voltiano costruito in Inghilterra dal Children, non era che di sole venti coppie metalliche di rame e zinco; ma avendo ciascuna piastra trentadue piedi quadrati di superficie, se n' ebbero combustioni e fusioni di corpi, alle quali l'arte non giunse mai col più intenso calore. Il platino, metallo che resiste al maggior fuoco delle fornaci, toccato appena quell'apparato, si squagliava del tutto, gocciolando come cera alla fiamma. Similmente il quarzo, il zaffiro, ed altri corpi non potuti mai fondere per l'addietro.

146. A spiegar finalmente la quarta legge (136. IV.), basta il sapere, che le soluzioni acide o saline sono migliori conduttrici dell'elettrico, che l' acqua pura; e però deono tradurlo più prontamente da una coppia all'altra della Pila. ma perchè la tensione elettrica di questa è dovuta unicamente a quel grado di forza elettromotrice, che esercitano fra loro i due metalli di ciascuna coppia: così la tensione dovrà pure dispiegarsi nella Pila, e farsi vedere all'Elettrometro più, o meno prontamente, secondo che i liquori interposti alle coppie sono più o men conduttori dell'elettrico. ma questa loro diversità non potrà variare giammai il grado di tensione messo nella Pila dalla forza elettromotrice delle coppie metalliche.

Bensì la scossa e gli altri effetti fisiologici dipendono al tutto dalla facoltà conduttrice dell'umido interposto fra le coppie; poichè, per le dottrine già insegnate intorno alla scossa proveniente o dalla bottiglia di Leyden (81.), o dai contatti metallici (132.); egli è mestieri, che per averla altresì dalla Pila, abbia questa in un brevissimo tempo a versare nel corpo animale tutto l'elettrico necessario alla scossa. Ma la tension della Pila, anche di due o trecento coppie, è debolissima, nè sarebbe giammai sensibile alla fibra animale il solo urto a lei dato dall'elettrico raccolto nel polo che si tocca. Bisogna dunque, che la Pila più e più volte ripeta quell'urto, cioè, che nel brevissimo tempo di quel toccamento che sembra istantaneo, la Pila si ricarichi e scarichi più volte di seguito. Bisogna insomma, che la corrente elettrica trovi nell'umido interposto alle coppie un canale abbastanza libero, per trascorrere da un polo all'altro della Pila, e quindi nel corpo animale, colla velocità necessaria alla scossa (82. II.). Questa dunque debb'essere proporzionale alla facoltà conduttrice di quell'umido; che ove sia pura acqua, la scossa riuscirà appena sensibile, e nulla affatto co' cartoni della Pila quasi asciutti: mentre la tensione, variando solamente in prontezza, tornerà sempre la stessa nel grado.

ARTICOLO III.

Dell' elettrico trasmesso nei corpi dalla Pila Voltiana.

147. Avendo questa macchina in se medesima, per solo il suo apparecchio, una sorgente perenne di carica elettrica, vuolsi considerare nel presente articolo la comunicazione di questa carica, ossia il passaggio dell'elettrico dalla Pila, I. a' corpi conduttori, II. agli isolanti armati, III. ai semiconduttori.

E quanto a' primi; comunicando questi isolati col polo altresì isolato della Pila, si elettrizzano essi pure similmente a quel polo, e al grado suo di tensione; secondo le leggi spiegate nel passaggio dell'elettrico da conduttore a conduttore, quando è continuata e perenne la sorgente che elettrizza (Cap. III. Artic. I.)

148. Ma se il conduttore si adoperi qual arco di comunicazione fra un polo e l'altro della Pila; come sarebbe un filo metallico interposto ai medesimi; la corrente elettrica altro non fa, che circolare continuo dalla Pila nell'arco, e da questo nella Pila (145. IV.); e sfogandosi più prestamente per l'arco metallico (ottimo condutto-

re), che lunghesso la Pila, per gli umidi (conduttori sempre imperfetti), non può rimanere ne' suoi poli alcun avanzo di carica.

149. Per tal continuazione della corrente elettrica nell'arco metallico scaricatore, deesi giudicare della scintilla, che scoppia nell'atto della scarica. Richiamisi alla mente, essere la tensione dei corpi elettrizzati proporzionale alla lunghezza della scintilla, che da quelli si vibra: e sapendosi per l'esperienza, che a certo grado di tensione misurato da un Elettrometro, corrisponde certa lunghezza di scintilla, si ritrae facilmente, che un corpo elettrizzato alla tensione di due o tre linee di apertura nelle foglietto dell'Elettrometro sopra descritto (119.) (la quale è appunto la tension massima di una Pila di cento coppie di rame e zinco), darebbe scintilla sì corta, da non giungere alla trecentesima parte di una linea. Or questa è lunghezza al tutto impercettibile al senso; e però quelle scintillette sì vive e brillanti, che scoppiano dalla Pila, scaricandola con archi metallici, non sono altrimenti pura luce di elettrico, che sarebbe poco, o nulla sensibile; ma sì bene vero fuoco di fusione e combustion del metallo, che in fatto vedesi ossidato nel luogo dello scoppio: il che vuol dire, che per la somma velocità della corrente elettrica dalla Pila nell'arco, vien questo da tal piena di elettrico

investito, che non potendo essa sfogarsi liberamente nell' angusto passaggio per lo punto del toccamento, o pel filo troppo sottile dell' arco, si condensa a tal grado, da fondere, infiammare, e via scagliar questi ostacoli.

150. Passiamo agli isolanti armati. L'esperienza ci mostra, che la Pila Voltiana gli elettrizza ad un grado di tensione uguale alla sua. Prendete una grande bottiglia di Leyden, oppure una batteria, anche di quaranta, o cinquanta piedi di superficie armata; e messa l'esterna sua armatura in comunicazione col suolo (o meglio col polo inferiore della Pila), l'uncino della medesima vada a toccare il polo superiore isolato; e fate pure, che quel toccamento sia il più breve possibile. voi troverete subito la batteria caricata allo stesso grado di tensione della Pila. Avvertite però, che in tal esperienza, l'uncino delle bottiglie o batterie, vuol essere ottimo conduttore, cioè un filo, o lastra di metallo, che senza la minima interruzione si continui fino all'interna loro armatura; che trattandosi di una tensione sì debole, com'è quella della Pila, ogni piccolo ostacolo basta, o a fermare l'elettrico interamente nella Pila, o ad impedir per lo meno l'uguaglianza di tensione fra la Pila, e le batterie con essa caricate (66.).

151. La qual carica delle bottiglie, o batterie è conseguenza naturale dell'essere la Pila Voltiana fonte indeficiente d'elettrico; perciocchè, giusta la teoria degli isolanti armati (77. I.), comunicando il loro uncino col polo positivo della Pila, dee questo polo versare l'elettrico nella faccia interna delle bottiglie, mentre l'esterna comunicando col terreno, o col polo negativo della Pila, ne perde altrettanto del suo naturale; nè quella corrente elettrica potrà cessare, se non quando l'interna faccia abbia acquistato la tensione medesima del polo elettrizzante (77. III.).

Questa uguaglianza di tensione fra la Pila e le batterie da essa caricate, si avrà con più o men di prontezza, secondo la maggiore o minor facoltà conduttrice del liquore interposto alle coppie della Pila. Ora, le infusioni acide o saline, sono bensì conduttori imperfetti dell' elettrico, in paragon de' metalli; ma tuttavia la Pila co' cartoni ben pregni di tai infusioni, somministra incessantemente l'elettrico con tanta velocità, che la miglior macchina elettrica non potrebbe fare altrettanto. Ascoltiamone la prova dall'Inventore medesimo della Pila: » *Sarebbe* (Egli dice (*)) *una macchina ben buona e possente quella*

(*) Collezione dell' Op. del Cav. Volta Tom. II. Par. II. facc. 223.

che caricasse nel tempo di un minuto secondo una batteria di 60. piedi quadrati, alla tensione di un grado del mio Elettrometro (che corrispondono a un di presso all' apertura di due linee nell'Elettrometro a fogliette d'oro (119.)) . . . . . *Ora i miei apparecchi fanno anche di più in men tempo assai: essi caricano una tal batteria, ed eziandio delle più grandi, ad 1, 2, 3 gradi, secondo che sono essi apparecchi composti di 60, 120, 180 coppie metalliche; in ragione, cioè, di un sessantesimo di grado per coppia; in quanto tempo? In un ventesimo, un cinquantesimo, un centesimo di secondo, e forse più prontamente ancora.* Qual maraviglia perciò, se il corpo animale scaricando la Pila, riceva nel brevissimo tempo del toccamento l'elettrico sufficiente alla scossa, ed abbiansi dalla Pila alcuni effetti, specialmente chimici, che sarebbe quasi impossibile di avere colle ordinarie macchine elettriche?

152. Avendosi impertanto la tensione medesima, sì nella Pila, come nelle bottiglie, o batterie con essa caricate; qual sarà la scossa delle batterie, in paragon di quella che vien dalla Pila?

Per averla eguale, dee al certo la batteria nell'atto della scarica versare nel corpo animale la stessa coppia di elettrico, che somministra la Pila nella scossa: cioè tanta esser dee la capacità della batteria per la carica elettrica, che venendo

essa batteria elettrizzata o dalla Pila, od anche dalla macchina elettrica alla tensione medesima della Pila, acquisti la detta copia di elettrico. Ora, che cosa è mai la tensione di una Pila di cento coppie di rame e zinco? essa toccando immediatamente il bottone dell'Elettrometro (119.), ne fa diverger le fogliette mobilissime per due in tre linee appena. e tuttavia questa Pila con sì debol tensione, darà scosse fortissime a chiunque colle mani ben umettate di acqua, vorrà provocarla. Dunque la batteria vuol esser ben grande, cioè di molta capacità per la carica, acciocchè essa pure elettrizzata a quella tension miserabile, possa scuotere altrettanto che fa la Pila.

È però da notarsi il vantaggio, che avrebbe cotal batteria sopra la Pila; che, cioè, la batteria comunicando il suo elettrico al corpo animale per mezzo di ottimi conduttori, quali sono le armature sue di metallo, lo scarica più presto della Pila; che invece il trasmette, ricevendolo da' conduttori umidi, i migliori de' quali sono sempre a quell' ufizio di gran lunga meno acconci dei metalli. Laonde, se tutto l'elettrico che sgorga dalla Pila nella scossa, impieghi, *e. g.*, tutto intero il tempo brevissimo del toccamento, la stessa dose di elettrico uscirebbe dalla detta batteria in una porzione soltanto di quel tempo. Ma la stessa dose di elettrico tanto più scuote, quanto è

più veloce. Dunque per questo capo la batteria scuoterebbe più della Pila.

Per altro, malgrado questo vantaggio della batteria, ognun vede, quanto grande esser debba tuttavia la capacità sua per la carica, per dare, colla tensione già detta, la scossa medesima che provasi dalla Pila di cento coppie di rame e zinco. E già l'esperienza ha fatto vedere, che tal batteria dovrebbe contener per lo meno dugento piedi quadrati di superficie armata.

Essendo però qualunque batteria elettrizzata una sorgente di elettrico, che estinguesi totalmente nella scarica, dopo la scossa non può cagionare altro effetto nell'animale. Non così la Pila, che è sorgente perenne di elettrico. Quindi una persona, che resta colle mani umettate in comunicazione coi due poli, oltre la scossa del primo toccamento, continua a sentire un fremito, e intormentimento nelle sue fibre, ed altre sensazioni secondo le diverse parti del corpo, stimolate incessantemente dall'elettrico che vi trascorre continuo. Che se dopo quella comunicazione levi la mano, od altra parte del corpo che toccava la Pila, nell'atto stesso che s'interrompe quel circolo, proverà nuova scossa, minore però della prima. e ciò per quel subitaneo arrestarsi, e ringorgare dell'elettrico nel suo corpo.

153. Se non che, la batteria caricata colla Pila, potrebbe scuotere più di questa in altri due casi.

Il primo sarebbe di una batteria tanto capace di carica, che per venir elettrizzata alla tensione medesima della Pila, esigesse più elettrico di quello che trasmette la Pila nel dare la scossa; perchè allora cotesta batteria scaricherebbe altresì più elettrico, che la Pila nel corpo animale.

L'altro è, quando la batteria sia caricata da una Pila che abbia i cartoni imbevuti di acqua pura. In tal caso, si è veduto (147.) riuscir molto debole la scossa, pel ritardo che soffre la corrente elettrica da conduttori così imperfetti. ma perchè la tensione della Pila è la stessa, come se avesse i cartoni inzuppati della miglior infusion conduttrice; così, comunicata quella tensione a una batteria anche di mediocre capacità, potrebbe questa dare una scossa maggior che la Pila.

E tanta può essere cotal differenza, che avendo la Pila i suoi cartoni quasi rasciutti, da una bottiglia di Leyden caricata con essa Pila, si abbia una scossa abbastanza sensibile, e nessuna affatto dalla Pila (147.).

Ma è da avvertire, che in questi casi, per elettrizzare le bottiglie, o batterie colla Pila a tensione eguale alla sua, il toccamento del loro uncino col polo della Pila, vuol essere tanto più lungo, quanto è minore la facoltà conduttri-

ce dei suoi cartoni: che anzi, ove questi fossero quasi asciutti, non riuscirà mai di aver esattamente nella bottiglia la tensione medesima della Pila; perchè volendovi a ciò molto tempo, l'elettrico in quel mezzo va in parte a disperdersi nel terreno, scolando per i margini della bottiglia, che non sono mai perfettamente isolanti.

154. Vegnamo finalmente ai semiconduttori, cui si volesse comunicare l'elettrico della Pila. Già si è veduto (85.), che per questa specie di corpi, l'elettrico di tension debolissima, o non passa del tutto, o con molta difficoltà e lentezza, in paragon del suo corso per ottimi conduttori quali sono i metalli. Il primo caso è ben facile avverarsi nella corrente elettrica della Pila, la cui tensione, anche pel numero di cento coppie, è tuttavia sì meschina, da non poter nemmeno squarciare un velo d'aria sottilissimo, quanto un trecentesimo di linea (150.). Non sarà dunque maraviglia, se un foglio di carta, l'epidermide asciutta degli animali e delle piante, anche verdi, l'aria diradata eziandio colla macchina pneumatica, gli anelli di una catena metallica, la fiamma d'una candela, ed altri siffatti corpi, che sembrano ostacoli insensibili all'elettrico di molta tensione, sieno poi insuperabili all'elettrico della Pila, almeno per gli effetti Chimici e Fisiologici.

155. L'altro caso suppone il semiconduttore di tal natura, che interposto fra un polo e l'altro della Pila, possa almeno in parte scaricarla. La quale scarica, secondo la dottrina data dei semiconduttori (87.), non potrà già farsi tutta seguentemente, nè pel cammino più corto; ma deviando da ogni parte, e tanto più allargandosi divisa e suddivisa in altre minori correnti, quanto è maggiore il ritardo che soffre nel conduttore imperfetto. Per vederne la prova, collocate la base metallica della Pila sopra un panno, o cartone bagnato di acqua pura; e distante un palmo circa dalla detta base, siavi una piastra metallica. Indi una, o più persone tocchino colle mani quel panno o cartone umettato, sia framezzo alla piastra e alla Pila, sia fuor di quella direzione in varie distanze; ed oltre alle mani, si trovino qua e là sparse sullo stesso panno bagnato delle rane scorticate di fresco, od intere, o messe in brani. Curioso spettacolo è il sentire scosse le mani, e quei membri di rana balzare e contorcersi, ogni volta che un arco metallico, posando un capo sulla lastra, va a toccare con l'altro la sommità della Pila; mettendo così sott'occhio il deviare e l'allargarsi della corrente elettrica, che attraversa il panno interposto fra la piastra e la Pila.

156. Oltre a ciò, se l'elettrico per l'arco semiconduttore non possa tragittar sì veloce da

un polo all'altro, come fa da una in altra coppia lungo la Pila, ne viene;

I. Che durando la comunicazione fra li due poli, per mezzo del detto arco semiconduttore, resterà addietro nella Pila un avanzo di carica. Quanto esser possa notabile questo avanzo, il dimostra la seguente esperienza. Resti una persona in comunicazione continua coi due poli, toccando l'uno con una, l'altro con l'altra mano ben umettate di acqua. non per questo la Pila è scaricata: conciossiachè una seconda persona, che colle mani bagnate venga a toccare similmente i due poli, riporterà altresì una scossa molto sensibile. e tenendo ferme pur questa le mani sui poli, la Pila avrà tuttavia dell'elettrico da scuotere una terza persona, e così altre di seguito; riuscendo però la scossa sempre più debole in ogni persona aggiunta, sino a divenire del tutto insensibile.

Così pure, fasciando tutta all'intorno la Pila con un panno bagnato di acqua pura, onde i lembi di tutte le coppie comunichino insieme per mezzo dell'acqua, la Pila ritiene ancora tanto avanzo di carica, da poter dare una scossa sensibile; e ciò mostra, quello strato umido, comechè assai largo ed applicato a tanti punti metallici, essere incapace tuttavia di sfogar per intero tutto l'elettrico che vien dalla Pila.

Ingrossando però quello strato con altre simili fasciature, si potrà allora per più fili acquei conduttori scaricare del tutto la Pila.

II. Che il detto avanzo di carica dee propagarsi altresì per l'arco semiconduttore. Ed in fatto; esplorando coll'Elettrometro la fascia umettata, che involge la Pila nell'esperienza precedente, lo stato naturale si trova soltanto alla metà della fascia; perchè dopo la metà verso il polo zinco, si dispiega sulla fascia una tensione positiva crescente; ed altrettanta negativa crescente, dalla detta metà verso il polo rame. Lo stesso si osserva in un semplice nastro di carta, che bagnato di acqua pura, pongasi a toccar con l'uno de' suoi capi il polo zinco, e con l'altro il polo rame. Tutto questo vuol dire; che non potendo l'elettrico trasmettersi per l'acqua colla velocità medesima, con cui trascorre lungo la Pila; non può giungere a tempo di ristorare la perdita, che fa del suo elettrico naturale la porzione della fascia, o del nastro contigua al polo negativo. Laonde questa porzione riman negativa, massimamente nei punti più vicini al polo rame: e l'altra porzione contigua al polo zinco divien positiva, per quella parte di elettrico, che ivi rattenuta, più e più si accumula verso il detto polo.

ARTICOLO IV.

Identità del fluido agente nella Pila Voltiana con quello che opera nelle ordinarie macchine elettriche.

157. Chiunque, dopo le cose finora esposte, consideri i fenomeni della Pila Voltiana in ciascuno de' suoi elementi, e nella lor composizione, non può fare che non riconosca subitamente il fluido che li produce. Già l'Elettrometro ci mostrò a tutta evidenza, esser puro e schietto elettrico quello che si sprigiona nel mutuo contatto di due diversi conduttori, e dal replicarsi di tal contatto nella Pila, venir crescendo quell'elettrico di tensione. Già i corpi medesimi, che sono o conduttori, o isolanti, o semiconduttori dell'elettrico eccitato per via di sfregamento, sono parimenti del fluido che cavasi dalla Pila. Essa comunica la sua tensione elettrica a' vari corpi colle stesse leggi che osserva l'elettrico. gli effetti della Pila tornano in sostanza a un medesimo con quei della macchina elettrica. E basta insomma concepire la Pila Voltiana qual enorme batteria elettrizzata colla macchina elettrica a un debolissimo grado di tensione (153.); e noi troveremo ogni

fenomeno della Pila tosto mostrarsi qual effetto ordinario delle note leggi, e proprietà dell'elettrico. perciocchè cotal batteria (come appunto la Pila) darebbe assai deboli gli effetti della tensione, ma molto efficaci quei della carica; colla sola differenza, che la batteria dopo la scarica non potrebbe più operare, se non ricaricata colla macchina elettrica; laddove la Pila contiene in se medesima tal sorgente sempre viva di elettrico, che rimette in lei tutto quello che perde in ogni scarica, e vel rimette con tanta prontezza, che ugual non può aversi dalla miglior macchina elettrica.

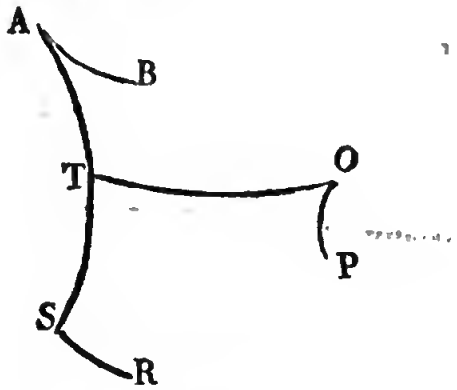
158. A spiegar dunque compiutamente i fenomeni della Pila Voltiana, non v'ha ragione alcuna, o d' immaginare altro fluido diverso dall'elettrico ordinario, siccome fecero alcuni Fisici, che quel della Pila nominarono *Galvanismo*, *Fluido* o *Agente Galvanico, Elettricità Galvanica, Idrometallica*; o di pensare con altri, che sia bensì puro elettrico quello eccitato nella Pila dall' accoppiamento di due diversi metalli; ma che poi si modifichi, e tramuti in fluido di altra specie, attraversando il liquor dei cartoni. Il Sig. J. A. De Luc è l'autore di questa opinione, la quale quanto sia lontana dal vero, io credo aver pienamente dimostrato nella mia *Dissertazione sulla Pila elettrica a secco*, facc. 44. Ma perciocchè nell'Opera del Fisico Inglese, il Sig. Giorgio Singer (*Elementi*

di Fisica e Chimica elettrica), che tradotta in nostra lingua, fu pubblicata l'anno scorso in Milano, si rimette in campo la detta opinione, col dire (facc. 385.) che il Sig. De Luc, *per mezzo di dotte esperienze, ha dato ordinatamente conto delle relazioni che esistono fra le diverse parti dell'apparato Voltiano, e fra i suoi effetti;* non sarà discaro a' miei leggitori il trovar qui ristampate, e poste in maggior lume le critiche mie osservazioni sull'ipotesi e sperimenti del Sig. De Luc.

159. E primieramente, crede questo Fisico necessaria all'elettrico della Pila una modificazione, che il distingua dall'elettrico ordinario; *poichè* (egli dice) *l'elettrico della Pila produce con piccola quantità di sua materia effetti, che ne esigono una quantità incomparabilmente maggiore, qualor venga eccitato con mezzi differenti da quei della Pila*. Questa sua ragione è un equivoco. Imperciocchè altro è considerare la sola quantità di elettrico eccessivo, che resta fermo nella Pila, finchè questa non si scarichi, e tal quantità veramente è piccolissima; ed altro è considerare la quantità di elettrico che circola da un polo all'altro della Pila, per mezzo di un arco scaricatore; e tal quantità è sì grande, che, come fu dimostrato (151.), una macchina elettrica la più poderosa non può darne ugual quantità in pari tempo. Ma gli effetti di cui parla il Sig. De Luc,

sono sempre dovuti all'elettrico che circola nella scarica della Pila. Dunque essa per produrli ne ha ben davvantaggio sopra qualunque macchina elettrica.

160 In secondo luogo, essendovi tre specie di effetti nella Pila Voltiana, cioè i *Fisici*, ossia *puramente elettrici*, i *Chimici*, ed i *Fisiologici*, vuole il Sig. De Luc, esservi nella Pila una causa propria o singolare per ciascuna specie di quegli effetti, e crede potersi riconoscere nella Pila ogni causa separatamente dalle altre due, colle seguenti esperienze. *Fig. 74.*



Egli ha diviso la Pila in vari gruppi, per mezzo di treppiedi metallici (*Fig. 74.*) fatti con due fili di rame AS, TO, curvati in modo, che frapposto un treppiede fra due corpi della Pila, tocchi l'inferiore colle sole punte dei piedi B, R, P, e il superiore colle sole punte degli angoli S, A, O.

Fig. 75.

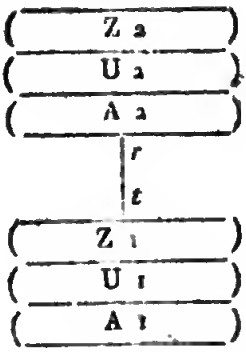


Fig. 76.

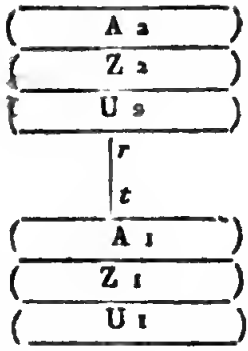
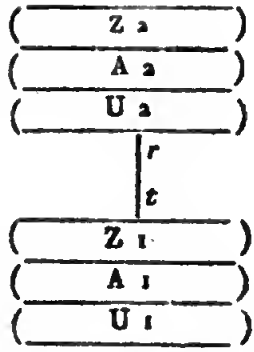


Fig. 77.



La prima divisione della Pila è rappresentata dalla Figura 75, e procede coll'ordine ivi notato; cioè Argento, Umido, Zinco, sul quale è posto il treppiede indicato dalla lineetta *t r*; e sopra questo egualmente Argento, Umido, e Zinco; poi il treppiede di rame, e così seguitamente.

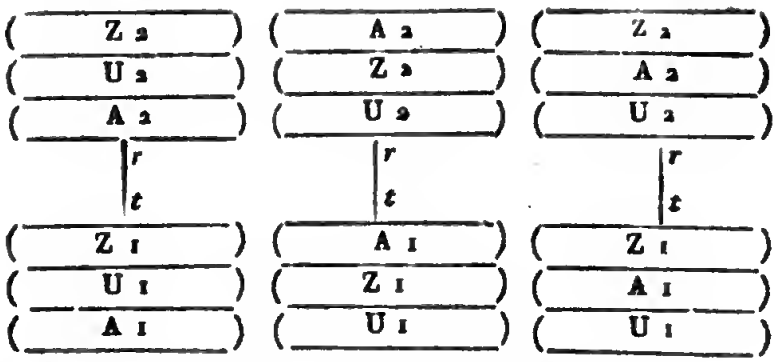
Nella seconda divisione (*Fig. 76*), ciascun gruppo è composto di umido U1, zinco Z1, ed argento A1, quindi il treppiede *r t*; e così via via.

La terza (*Fig. 77*) tien lo stesso ordine della seconda, salvo che l' umido tocca l' argento.

Ciascuna di queste tre divisioni (ch' Egli chiama *dissezioni* della Pila) avea prima per corpo umido un cartone imbevuto di acqua pura; nel qual caso la Pila vien da Lui detta *acquosa*; ed osservò i seguenti effetti;

Nella prima divisione (*Fig. 75*) gli si mostrò l' effetto *elettrico* ed il *chimico* eziandio, da

Fig. 75. *Fig. 76.* *Fig. 77.*



Lui attribuito all' ossidazione del zinco in contatto dell' acqua pura. Solamente questo effetto *chimico* il trovò di minore energia, per la interposizion dei treppiedi.

Nella seconda combinazione (*Fig. 76.*) vide l' effetto *elettrico*, ma non il *chimico* .

Nella terza poi (*Fig. 77*), fallì del tutto ogni effetto .

Appresso a questo; avendo bagnati di acqua salata tutti i cartoni d' ogni Pila, la prima (*Fig. 75*) gli diede l' effetto *fisiologico*, oltre gli altri due; ma gli effetti dell' altre (*Fig. 76, 77*) furono tuttavia i medesimi, come nella Pila acquosa.

161. Per le quali esperienze Egli venne in questa sentenza;

I. Che l' effetto *elettrico* proviene dalla forza elettromotrice dei due metalli accoppiati; e per crescere questo effetto basta, che un solo metallo d'ogni coppia tocchi l'umido, come nella Figura 76,

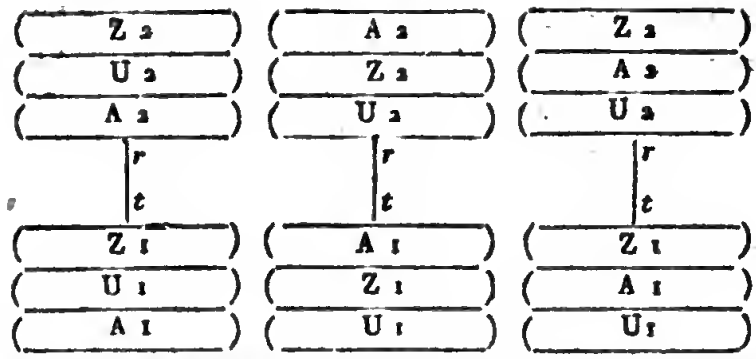
dove il solo zinco tocca l' umido. Che se nella Pila della Figura 77 manca totalmente ogni effetto, anche quando i suoi cartoni sono bagnati di acqua salata; ciò viene dall' essere ogni zinco di questa Pila preso in mezzo dall' argento al di sotto, e dal rame del treppiede al di sopra; il che porta due forze elettromotrici sottosopra eguali e contrarie.

II. Che per aver l' effetto *chimico*, com' è la scomposizione dell' acqua, già sopra descritto (138), non un solo metallo d' ogni coppia, come nella Figura 76, ma tutti e due hanno a toccar l' umido, come nella Figura 75; ove l' umido è sempre interposto fra l' argento ed il zinco. E di più, è necessario per questo effetto, che l' uno o l' altro dei due metalli venga ossidato dal liquor dei cartoni: tale appunto è il zinco, che in questa Pila si ossida in contatto dell' acqua pura.

III. Che l' effetto *fisiologico*, cioè la scossa, oltre le condizioni già dette per l' effetto *chimico*, esige altresì un acido, che operi chimicamente nel metallo, com' era l' acido del sale, che insieme con l' acqua bagnava i cartoni della Pila 75, quando n' ebbe la scossa.

E volendo egli tuttavia confermare queste sue asserzioni, apparecchiò una Pila nel modo ordinario (cioè non interrotta da' treppiedi), composta di rame, stagno, e cartoni bagnati di acqua

Fig. 75. *Fig. 76.* *Fig. 77.*



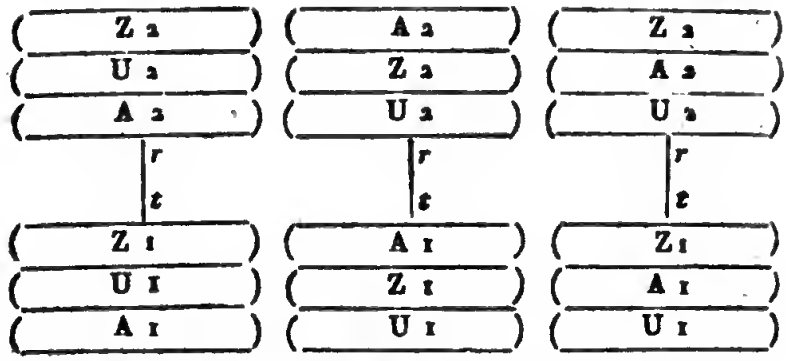
pura; e ci attesta di averne avuto il solo effetto elettrico; perchè l' acqua pura non potendo in questa ossidare lo stagno, manca (a parer suo) la causa produttrice dell' effetto *chimico*; e nè pure il fisiologico può aversi, mancando l' acido che operi ne' metalli. Quindi egli conchiude generalmente; che l' elettrico eccitato dalla forza elettromotrice dei metalli sia bensì l' elettrico ordinario dell' altre macchine; ma passando questo elettrico per metalli che si ossidano, acquista nuova forma, che il rende atto alla produzione dell' effetto chimico, ed eziandio del fisiologico, quando il liquore ossidante sia un acido.

162. Se non che, avendo io ripetuti più volte, e colla maggior diligenza gli addotti sperimenti del Sig De Luc, alcuni solamente ne ho trovato di veri, e questi del tutto inutili a provare la sua teoria.

E primieramente io convengo, quanto all'effetto elettrico; che cioè la tensione elettrica si abbia dalla prima e seconda combinazione (*Fig.* 75 e 76), e non dalla terza (*Fig.* 77). Ma debbo avvertire, che il treppiede di rame in ciascuna di queste tre Pile è un vero elettromotore; il quale sebben tocchi con pochissimi punti i due corpi fra' quali è collocato, nondimeno, quanto alla tensione, egli opera altresì come se fosse una piastra di rame, applicata esattamente fra gli stessi due corpi. E per verità; fu provato nella quarta legge Voltiana (136. IV.), non potersi cangiare la tensione per maggiore o minor numero di punti, ne' quali si toccano immediatamente i due metalli; e lo stesso Sig. De Luc, come dice il Singer (facc. 387), » attribuisce la mancanza dell' effetto elettrico nel» la terza Pila (*Fig.* 77) al duplice contatto in » cui trovasi il zinco da una parte coll' argento, e » dall' altra col rame del treppiede, ch' Egli ri» guardò come agenti in senso contrario.

Quindi ne viene; che bensì nella prima combinazione (*Fig.* 75), la vera coppia elettromotrice si è l' argento col zinco; perchè l' argento A2 spinge l' elettrico nel zinco Z1, come se lo toccasse immediatamente (121. II.). Ma per la stessa ragione, nella seconda combinazione (*Fig.* 76.), la vera coppia elettromotrice si è quella del rame del treppiede *t r* col zinco Z1,

Fig. 75. *Fig. 76.* *Fig. 77.*



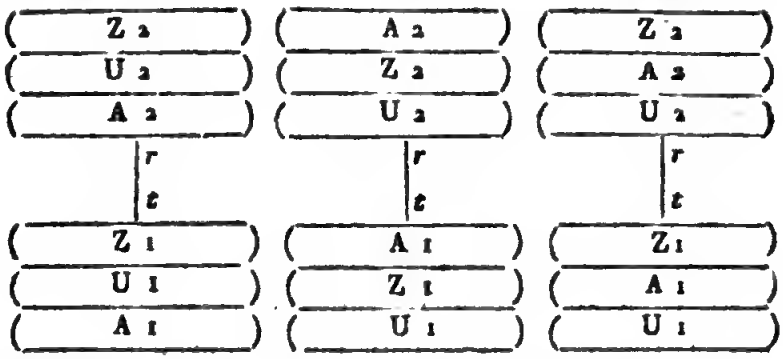
come se non vi fosse l' argento A1 interposto. Nella terza poi (*Fig. 77*), il rame del treppiede *tr* coll' argento A1 formano insieme tal coppia, la cui forza elettromotrice è quasi insensibile, per essere l' argento vicino al rame nella scala de' secchi (121. I.). Il perchè, dicendo il Sig. De Luc, che per aver l' effetto elettrico (cioè la tensione crescente di coppia in coppia), basta, che un solo dei due metalli tocchi l' umido, come nella Figura 76 ; se ciò intenda dei due metalli, argento e zinco, è vero che l' argento non tocca l' umido; ma in questa Pila l' argento è del tutto inutile alla tensione; la quale, come si è detto, viene propriamente dal rame del treppiede *tr*, e dal zinco Z1. Ma ciascuno di questi tocca nella Pila uno strato umido. dunque non un solo, ma sì l' uno e sì l' altro dei due metalli d' ogni coppia dee toccar l' umido, se vogliasi la tensione crescente di coppia in coppia. E però il treppiede

adopera egualmente nell' effetto elettrico, come se fosse una piastra di rame.

163 Ma, in secondo luogo, la cosa va altramenti rispetto a' due effetti, *chimico, e fisiologico*. Questi, come abbiam dimostrato (146), sono proporzionali alla velocità della corrente elettrica, cioè alla facoltà conduttrice, che trasporta l' elettrico di coppia in coppia. Or noi vedremo che i treppiedi interposti nella Pila dal Signor De Luc, altro non fanno, che ritardare il corso all' elettrico; e quindi, ora diminuire, ed ora eziandio del tutto impedire quei due effetti.

Già si è veduto (154), che una serie di conduttori anche ottimi, i quali però si tocchino imperfettamente, come fanno gli anelli di una catena metallica, debbono sempre ritardare, ed alle volte fermare interamente il corso dell' elettrico, il quale abbia tensione assai debole. Ed appunto ad una catena metallica somiglia la Pila della Figura 75, che tiene il suo treppiede fra un metallo e l' altro. Bensì il peso delle piastre soprastanti sforza i treppiedi inferiori a toccare esattamente ne' tre punti ciascun metallo sotto e sopra; ma è da vedersi, se quei punti di contatto sieno ben politi, e scevri del tutto di qualunque ossido o velo umido; che quantunque insensibile, può essere tuttavia non tenue ostacolo al corso dell' elettrico, massimamente scontrandolo più volte nel

Fig. 75. *Fig. 76.* *Fig. 77.*



passare da un treppiede all' altro. Per questa ragione io penso, che il Sig. De Luc abbia veduto l' effetto chimico di questa Pila svilupparsi con minore attività, che nella stessa Pila composta senza interruzion de' treppiedi.

Ma quando il treppiede sta fra il metallo e l' umido, come nella Figura 76, la corrente elettrica troppo più si rallenta; poichè ove è debolissima la tension dell' elettrico, e molto imperfetto il conduttore, com' è l' acqua pura, tanto più ampio vuol essere il toccamento dell' acqua coi metalli, per condurre l' elettrico colla velocità necessaria ad un qualche effetto (88. II).

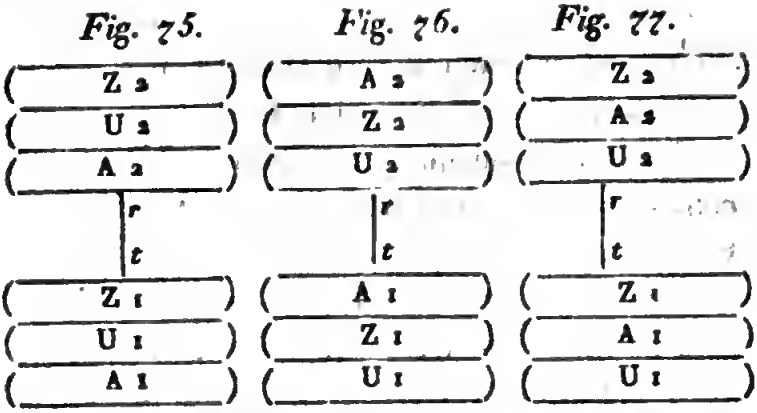
Qual maraviglia dunque se l' effetto *chimico* abbiasi dalla Pila 75, ove ciascun metallo d' ogni coppia tocca ampiamente con una sua faccia il cartone umettato, e manchi poi del tutto quell' effetto nella Pila 76, ove l' elettrico è forzato a ristringere il suo cammino per l' angusto canale

di soli tre punti di acqua pura? Dico di *acqua pura*; perchè poi non è vero ciò che asserisce il Sig. De Luc, mancar tuttavia nella Pila 76 l' effetto *chimico*, anche quando si accresca la facoltà conduttrice di quei tre punti, col bagnare i cartoni di acqua salata.

Io ne ho composto una di venti coppie di rame e stagno, con treppiedi di rame interposti fra il rame al di sotto, e il cartone al di sopra imbevuto di acqua salata; e sebbene la forza elettromotrice di questa Pila fosse minore che in quella del Sig. De Luc (*Fig. 76*), che è propriamente di rame e zinco (162), nondimeno, a stento bensì, ma pur visibilmente ebbi da questa mia l' effetto *chimico*.

164 Ma che diremo dell' effetto *fisiologico*; cioè della scossa, che il Sig. De Luc attesta di non potersi avere dalla sua Pila acquosa della prima divisione (*Fig. 75*)? Qui pure lo sperimento e senso mio è diverso. Una Pila di rame e stagno co' cartoni imbevuti di acqua pura, e divisa da treppiedi pure di stagno, a norma di questa prima divisione (*Fig. 75.*), ha fatto guizzare fortemente un ranocchio, eccitato nella mia lingua il noto sapore, e finalmente in una piccola ferita, ch' io avea nel dito con cui scaricava la Pila, ho sentito tutte le volte un' acerba puntura.

Gli stessi effetti mi vennero altresì cavati da



Pile interrotte coi treppiedi, sebbene ordinate come nella seconda divisione (*Fig. 76*), che aveano i cartoni inzuppati di acqua salata: nè ho mai trovata alcuna differenza fra la seconda divisione (*Fig. 76*), e la terza (*Fig. 77*), qualunque volta coll' adoperare un treppiede di metallo omogeneo alla piastra da lui toccata, era tolta nella terza Pila (77) l' opposizione già sopra notata (162) fra due forze elettromotrici.

In somma, la varia interposizione del treppiede altro non fa, che ritardare più o meno la corrente elettrica lungo la Pila. Poco è il ritardo sofferto nella Pila 75; la quale perciò, anche coi cartoni bagnati di acqua pura, produce i due effetti, *chimico*, e *fisiologico*. Maggiore a gran pezza si è quel ritardo nella seconda Pila 76; e per averne gli stessi effetti, è bisogno di crescere la facoltà conduttrice de' suoi cartoni col bagnarli di acqua salata. E quando la terza 77 abbia il me-

tallo del treppiede omogeneo alla piastra da lui toccata, produce maisempre gli effetti medesimi della seconda 76.

165 Nè alcun appoggio può dare alla teoria del Sig. De Luc la Pila non interrotta dai treppiedi, e composta di rame e stagno, coi cartoni umettati di acqua pura (161); dalla quale Egli dice, non potersi avere che il solo effetto elettrico. Io ne ho replicata la prova più volte; e sempre, oltre l' effetto elettrico, io n' ebbi de' sufficienti indizj altresì del *chimico*, e del *fisiologico*.

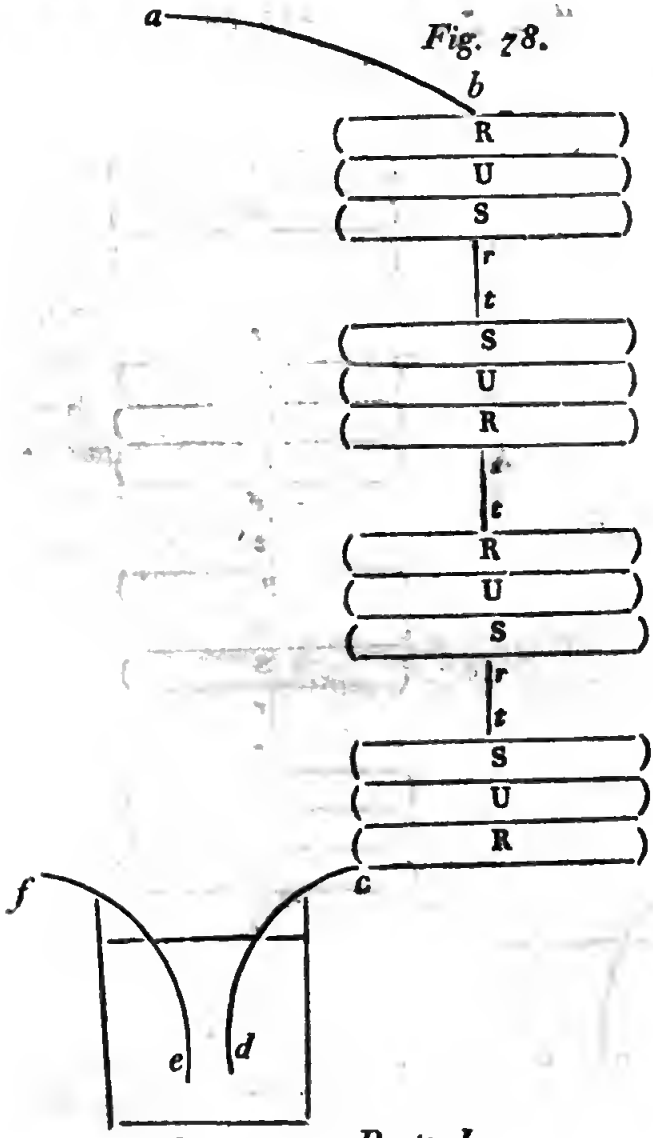
Ma si dirà forse; che messo in questa Pila in luogo dello stagno il zinco, il quale si ossida toccando l' acqua pura; i due effetti *chimico*, e *fisiologico* riescono assai maggiori: e però sembra, l' ossidazione del metallo dover almeno influire nei medesimi. Verissima è questa influenza; non però nel senso voluto dal Sig. De Luc: vale a dire, il liquore che ossida il metallo, fa crescere quegli effetti, non perchè dia nuova forma e natura all' elettrico; ma solamente perchè ne accelera il corso, in paragone di altro liquore che non ossidasse il metallo.

Ed in vero; ogni liquore, che per affinità chimica si unisce a un metallo ossidandolo, vi si attacca eziandio, e dentro vi penetra per un contatto, che è infinitamente maggiore di qualunque unione puramente meccanica di altro liquor col

metallo. Ond'è, che si può distendere agevolmente un sottil velo di acido continuato sopra tutta la superficie di un metallo; mentre l' acqua pura, non avendo quell'affinità col metallo, rifugge piuttosto di toccarlo, e ricusa al tutto di formarvi sopra esattamente quel velo colle sue particelle. Or noi sappiamo, che l'umido dei cartoni della Pila tanto più facilmente conduce l'elettrico di coppia in coppia, quanto è maggiore, e più intimo il contatto di quell'umido co' metalli (88. II.). Dunque in generale, tutti i liquori, che, toccando i metalli della Pila, vi si uniscono per chimica affinità, debbono, pel maggior toccamento, condurre assai meglio l'elettrico: e per la stessa ragione, l'acqua pura trovando un metallo che può ossidare, condurrà più facilmente l'elettrico.

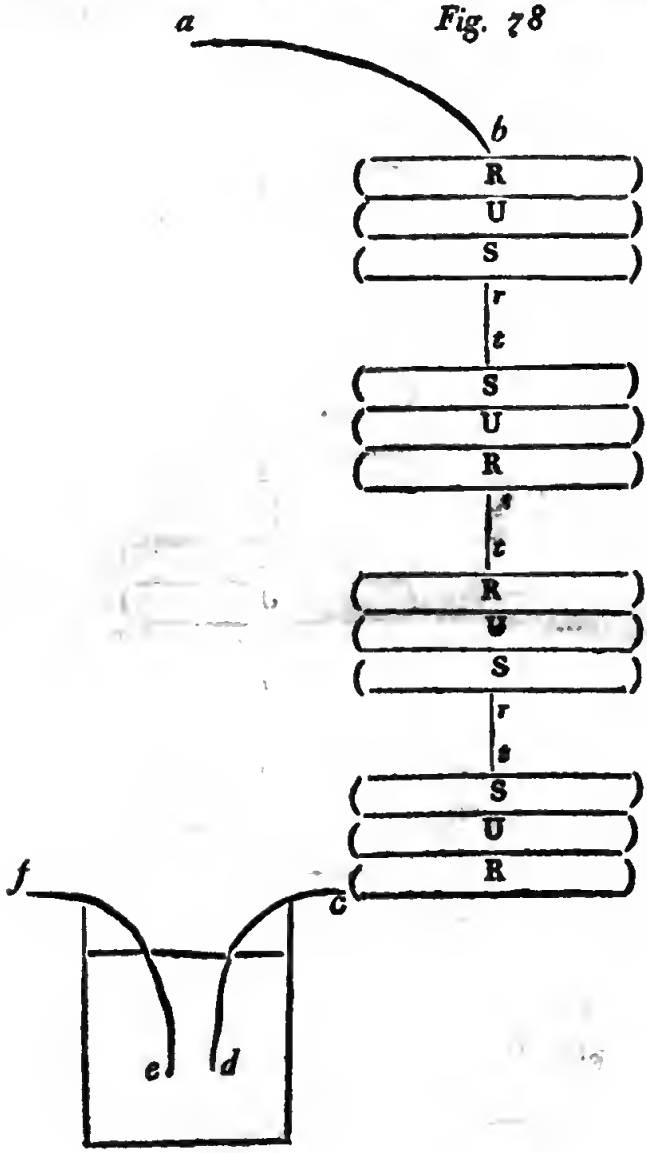
166. Per metter sott'occhio, come nessuna influenza abbia l'ossidazione metallica sull' effetto chimico nel senso del Sig. De Luc, ho fatta l'esperienza indicata dalla figura 78. Essa rappre-

Fig. 78.



senta una Pila di rame e stagno, e cartoni umettati d' infusione salina; ma è divisa da treppiedi di rame, e di stagno col seguente ordine. Incominciando da basso, la prima combinazione è for-

Fig. 78

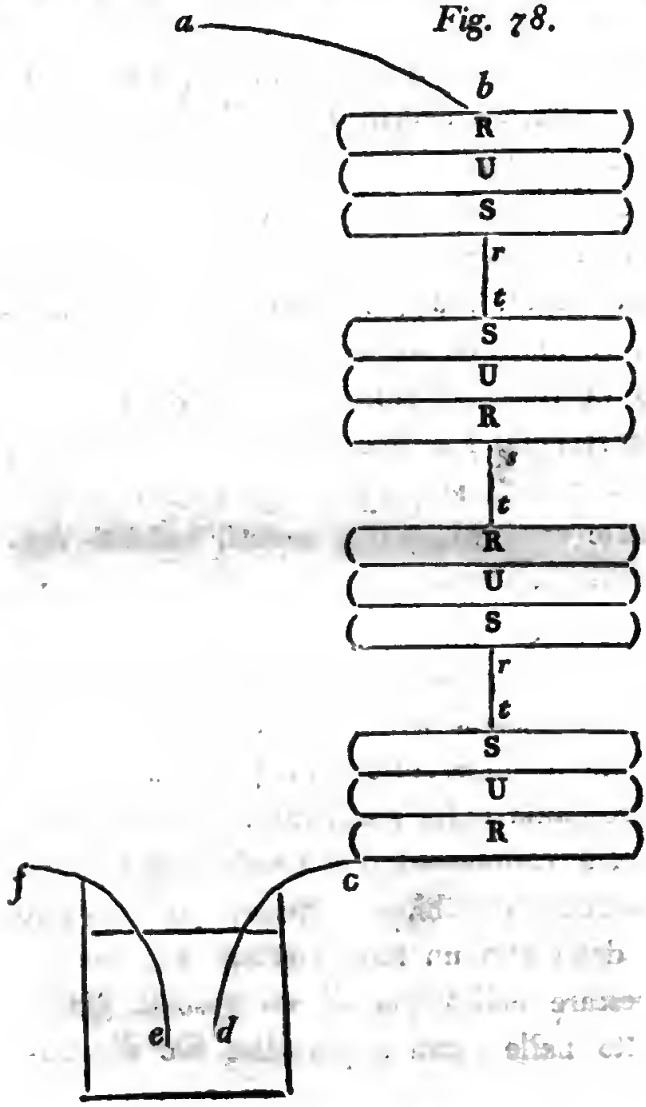


mata di rame, umido, stagno, poscia un treppiede di rame *tr*; indi stagno, umido, rame, e sopra questo un treppiede di stagno *tr*; poscia la terza come la prima; e la quarta come la seconda; e così via via, sino al numero di venti. Una Pila costruita a questo modo non può avere il più piccolo atomo di elettrico sviluppato; perchè trovandosi il rame d'ogni treppiede a immediato contatto fra due piastre di stagno, e similmente ciascun treppiede di stagno fra due piastre di rame, tutte le forze elettromotrici si distruggono scambievolmente. Ma però in questa Pila l'umido U tocca ampiamente amendue i metalli, rame e stagno di ciascuna combinazione; ed è perciò composta secondo l'ordine della prima divisione, fatta dal Sig. De Luc (*Fig. 75.*); cioè, essa contiene quelle combinazioni di metalli ossidati dall'umido salino, per le quali se avesse a trascorrer l'elettrico anche in piccola quantità, dovrebbe (giusta il pensamento di questo Fisico) ricevere la modificazione acconcia all'effetto chimico.

Avendo io impertanto isolata questa Pila, e posta la sommità della medesima, per un filo metallico *ba*, a comunicare col conduttore positivo di una possente macchina elettrica, ho attaccato alla base della Pila un filo di ottone *cd*, che andava a pescare nell'acqua di un vaso di vetro; e introdotto nella stessa acqua altro filo di otto-

ne *ef*, distante dal primo forse una linea, ho fatto comunicare questo secondo filo *ef* col guancialetto isolato della macchina. Messa questa in azione, l'elettrico trasfuso dal filo *ab* nella Pila, passava da uno in altro gruppo della medesima; cioè

Fig. 78.



trascorrea, secondo il Sig. De Luc, per una serie di combinazioni atte a modificarlo in guisa, che entrando poscia nell'acqua del vaso, dovea produrre di questa la chimica scomposizione. Ma per quanto io abbia esaminato, anche con l' occhio armato di lente, l'estremità *e d* dei due fili, non ho potuto mai averne il più piccolo indizio.

Si paragoni adesso questa mia esperienza con quella bellissima del Sig. Wollaston Inglese, il quale col solo elettrico trasmesso dal conduttor positivo della macchina, giunse a scompor l'acqua, facendolo passar nella medesima per un sottilissimo filo d'oro; che inserito esattamente in un tubetto di vetro, toccava l'acqua solamente coll'apice della sua finissima punta, dalla quale spicciava l'elettrico nell'acqua, e indi nell' apice di altra punta simile e vicinissima alla prima. Avendo Egli per tale artifizio concentrata tutta l'azione del torrente elettrico in una particella d'acqua non più grande di quell' apice, ha potuto così introdurvelo colla velocità necessaria all' effetto chimico. Il che prova con tutta evidenza, essere la scomposizione dell'acqua effetto puramente di un corso ridondante e perenne di elettrico, e non della immaginata modificazione, ch'esso elettrico riceva dalle ossidazioni metalliche.

Laonde il Sig. De Luc anzi che mostrarci co' suoi sperimenti l' elettrico diversamente modifica-

to nella Pila Voltiana per i diversi effetti della medesima; non fece altro che darci variata in essa la velocità della corrente elettrica, cagione unica di quegli effetti.

La qual mia conclusione posso io oggimai più fidatamente dedurre dalle sopra allegate ragioni, standomene eziandio mallevadore uno de' primi Fisici Italiani, il chiarissimo Sig. Ranieri Gerbi Professore nell' I. e R. Università di Pisa. Dopo aver egli riferite ne' suoi *Elementi di Fisica* (*Tom. II. facc.* 368.) le opinioni de' Sigg. Davy e De Luc sopra la Pila Voltiana, così si fa a dire; *Decideranno i saggi, se una dottrina che deduce la spiegazione dei fenomeni elettrici dall' esistenza ipotetica di fluidi non conosciuti, e da ipotetiche modificazioni dei medesimi, meriti di essere preferita ad una, che senza determinare le qualità degli agenti, gli considera semplicemente come forze. Si noti poi, che il Sig. Zamboni, avendo esaminate, ripetute, e variate le principali esperienze del De Luc, ha trovato col ragionamento, e col fatto, che esse sono del tutto insignificanti ed illusorie; onde la teoria appoggiata alle medesime manca d' ogni fondamento. Veggasi la sua Dissertazione* della Pila a secco.

FINE DELLA PRIMA PARTE

Errata			*Corrige*
Facc. 28	lin. 25	Basta persino	Ma basta persino
69	„ 4	(com' è il vetro	(com' è il tubo di vetro
78	„ 13	di un mezzo pollice	di un pollice
120	„ 21	nel primo di questi	nel primo istante di questi
170	„ 3	di quell' elettrico,	di quell' elettrico che riceve toccando il conduttore
190	„ 4	sapendo già	sapendosi già
258	„ 10	larga	larghe
279	„ 28	rame	argento
287	„ 6	rame	argento

Nella Fig. 40 Facc. 200 non vi dee essere il pezzo di zinco (Z)

INDICE

DE' CAPI ED ARTICOLI

CHE

CONTIENE QUESTA PRIMA PARTE

CAPO I.

DELLE NOZIONI E TEORIE GENERALI SUL FLUIDO ELETTRICO - - *Facc.* 7

Art. I. Fenomeni, o segni elettrici, e loro causa - - - - - - „ 8

II. Dell' Elettrometro - - - - - „ 18

III. Della tensione, e carica elettrica „ 29

CAPO II.

DELL' ATMOSFERA ELETTRICA DI PRESSIONE „ 38

Art. I. Influenza dell' atmosfera elettrica di pressione nell' elettrico naturale de' corpi circonvicini - - „ 39

II. Dell' influenza scambievole di due atmosfere elettriche di pressione „ 64

CAPO III.

DELL' ATMOSFERA ELETTRICA ESPLOSIVA - „ 75

Art. I. Passaggio dell' elettrico da un conduttore a un conduttore - „ 77

II. Passaggio dell' elettrico da un conduttore ad un isolante, o viceversa - - - - - - - - „ 104

III. Passaggio dell' elettrico da un conduttore a un semiconduttore, o viceversa - - - - - - - „ 132

CAPO IV

DE' MOVIMENTI ELETTRICI - - - „ 158

Art. I. Dei movimenti elettrici d' attrazione - - - - - - - - - - - „ 159

II. Dei movimenti elettrici di ripulsione - - - - - - - - - „ 173

III. Dei movimenti elettrici di attrazione a vicenda, e di ripulsione „ 183

CAPO V.

DEGLI ELETTROMOTORI - - - „ 193

Art. I. Della facoltà Elettromotrice fra secco e secco - - - - - - „ 196

II. Della forza elettromotrice fra secco ed umido - - - - - - „ 206

III. Della forza elettromotrice fra umido e umido - - - - - - „ 227

CAPO VI.

DELL' ELETTROMOTORE COMPOSTO, O PILA VOLTIANA - - - - - - - - „ 233

Art. I. Costruzione ed effetti della Pila Voltiana - - - - - - - „ Id.

II. Teoria fisica della Pila Voltiana - - - - - - - - - - „ 242

III. Dell' elettrico trasmesso nei corpi dalla Pila Voltiana - - „ 261

IV. Identità del fluido agente nella Pila Voltiana, con quello che opera nelle ordinarie macchine elettriche - - - - - - - - 273

Digitized by Google

233

Edizione protetta dalla Legge

A spese dello Stampatore.

Digitized by Google

320

11.2.31

Digitized by Google

Digitized by Google

005659291